

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y
ARBUSTIVA DEL CERRO CHIMAYOY, REGION NORANDINA DE NARIÑO,
COLOMBIA.

LILIANA JULIETA PALACIOS REBOLLEDO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2012

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y
ARBUSTIVA DEL CERRO CHIMAYOY, REGION NORANDINA DE NARIÑO,
COLOMBIA.

LILIANA JULIETA PALACIOS REBOLLEDO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de
Bióloga con énfasis en Ecología

Directora:

AIDA ELENA BACA GAMBOA
Esp. ECOLOGIA DE LA CONSERVACION

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2012

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el presente trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de la autora”

“Artículo primero del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966 emanada por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”.

NOTA DE ACEPTACIÓN

AIDA ELENA BACA GAMBOA

DIRECTOR

MARTHA SOFÍA GONZÁLEZ INSUASTI

JURADO

GUILLERMO CASTILLO BELALCAZAR

JURADO

San Juan de Pasto, Marzo 30 de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al ser supremo: Dios, quien supo darme la oportunidad de seguir adelante, a pesar de las adversidades me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para sobreponerme y terminar esta investigación.

A la universidad de Nariño y a todos los profesores que colaboraron en mi formación académica. Sus lecciones permanecerán siempre conmigo.

De manera especial a la Doctora Aida Elena Baca, por su amistad, calidad humana, por su desinteresada labor de transmisión del saber y sus acertados consejos y sugerencias para llevar a cabo la presente investigación.

A Mauro Muñoz mi segundo padre, por haber estado siempre pendiente de mi presente y futuro y a quien prometí que terminaría mis estudios.

A mi hermano Rodrigo, por su paciencia, lealtad y serenidad que me alientan a la vida y por cuidar de mi hijo aquellos momentos mientras terminaba el trabajo de investigación.

A la Doctora Martha Sofía Gonzáles, por su entereza calidad humana, por sus excelentes comentarios y correcciones, y por su colaboración para la identificación de las muestras vegetales. De igual forma al personal que labora en el herbario PSO de la Universidad de Nariño.

A Mauricio Muñoz padre de mi hijo, con quien compartí incontables horas de mi vida, gracias por los buenos y malos momentos; todo esto nunca hubiera sido posible sin tu amparo incondicional.

A mis tíos Bolívar y Yolanda, quienes me acogieron en su hogar me supieron dar amor e inculcaron cada uno valores únicos e invaluable. Siempre viviré muy agradecida con ustedes.

A mis amigos, pues de ellos aprendí cosas importantes en la vida, cosas que solo la amistad puede brindar y enseñar.

DEDICATORIA

A ustedes mis padres queridos y adorados, Álvaro y Julia Belem, que siempre me han dado su apoyo incondicional. Gracias Mamita por tu ayuda, paciencia, entrega y dedicación para brindarme siempre lo mejor, este logro te lo debo en gran parte a ti. Sin ustedes hubiera sido difícil llegar a este día.

A mi hijo Andrés Mauricio, razón de mi ser y sentido en la vida, ojala pueda servirle de ejemplo para su superación en la esperanza de que vera un mundo mejor. Lo Amo con todo mi corazón.

A ti Abuelito, Leovigildo Rebolledo, que siempre fuiste ejemplo de bondad y entrega; con todo el amor del mundo te dedico este logro, espero que desde el cielo lo disfrutes como yo. Nunca te olvidare.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	18
1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.2.1. Realizar el inventario florístico de la vegetación con DAP superior a 2,54 cm presente entre las cotas de los 2700 y 3000 m.s.n.m. del Cerro Chimayoy.....	18
1.2.2. Evaluar los caracteres estructurales de la vegetación arbórea y arbustiva mediante variables fitosociológicas cuantitativas.	18
1.2.3. Analizar la diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva encontrada en la zona de estudio y comparar la semejanza entre las comunidades (cotas).	18
1.2.4. Determinar el patrón de distribución espacial y la caracterización fisonómica-estructural de la vegetación estudiada.	18
2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Ecosistema Andino.....	19
2.2. Conceptos teóricos para el estudio de comunidades vegetales.....	21
2.2.1. Comunidad vegetal	21
2.2.2. Caracterización de la vegetación	21
2.2.3. Caracterización fisonómico-estructural	21
2.2.4. Estructura vertical.....	22
2.2.5. Estructura Horizontal.....	23
2.2.6. Categorías florísticas.....	23
2.2.7. Evaluación de la diversidad biológica.....	24
2.2.8. Patrón de distribución espacial de una especie	24
3. ANTECEDENTES	25
3.1. Estudios de la vegetación en Colombia	25
3.1.1. Primeras aproximaciones	25
3.1.2. Otros estudios a nivel Nacional	25
3.1.3. Estudios realizados en la franja Altoandina.....	30
3.1.4. Estudios a nivel Local.....	32
4. METODOLOGÍA.....	35
4.1 AREA DE ESTUDIO - Cerro Chimayoy.....	35
4.2.1 Municipio de La Unión	38
4.2.2 Municipio de San Pedro de Cartago.....	38
4.2.3 Municipio de San Bernardo	39
4.2.4 Municipio de Belén	39
4.3. TRABAJO DE CAMPO.....	40
4.3.1. Muestreo de plantas	40
4.3.2. Herborización	40
4.4. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	40
4.4.1. Identificación Taxonómica para el Inventario Florístico	40

4.4.2. Estructura Vertical	41
4.4.3 Estructura Horizontal	42
4.4.3.1 Variables fitosociológicas discretas	42
4.4.3.2 Variables fitosociológicas combinadas	44
Cobertura de una especie (C_i). Sirve para determinar la dominancia de las especies, Es la proporción de suelo ocupado por cierta especie en relación con el área de estudio. Se expresa en valor porcentual.	44
4.4.4. Medidas de diversidad Alfa	46
4.4.4.1 Evaluación de la riqueza de especies	46
4.4.4.2 Índices basados en la abundancia relativa de especies.....	46
4.4.4.3 Curva de abundancia de especies	48
4.4.5 Coeficiente de Similaridad.....	48
4.4.6. Patrón de distribución espacial.....	49
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	51
5.1 Inventario Florístico	51
5.2 Estructura Vertical	58
5.3 Estructura horizontal	70
5.3.1 Variables fitosociológicas discretas.....	71
5.3.2 Variables fitosociológicas combinadas.....	72
5.4. Diversidad Alfa	84
5.5 Coeficiente de Similaridad.....	88
5.6. Patrón de distribución espacial.....	90
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	109

LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 1. Distribución de clases de Altura y su rango en metros para arbustos y árboles.	41
Tabla 2. Distribución de clases de diámetros y su rango en centímetros para arbustos y árboles.	42
Tabla 3. Caracterización de las especies de acuerdo a su densidad relativa (según Caviedes, 1999)	43
Tabla 4. Caracterización de las especies de acuerdo a su frecuencia absoluta (Según Caviedes, 1999)	44
Tabla 5. Interpretación de la diversidad según índice de Shannon – Wiener	47
Tabla 6. Familias, géneros y especies del cerro Chimayoy	51
Tabla 7. Lista de especies encontradas en las cotas estudiadas en el Cerro Chimayoy	53
Tabla 8. Abundancia de individuos, especies, géneros y familias en las cotas estudiadas en el Cerro Chimayoy.	55
Tabla 9. Relación de clases de altura de arbustos por cota altitudinal cerro Chimayoy	58
Tabla 10. Relación de clases de altura de árboles por cota altitudinal cerro Chimayoy.	60
Tabla 11. Relación clase diamétrica de Arbustos por Cota altitudinal.	64
Tabla 12. Relación Clase Diamétrica de Árboles por cota altitudinal	65
Tabla 13. Variables fitosociológicas discretas de las especies estudiadas en el cerro Chimayoy	74
Tabla 14. Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en el cerro Chimayoy	78
Tabla 15. Índices de diversidad de especies en el cerro Chimayoy	85
Tabla 16. Índices cualitativos (Sorensen) y cuantitativos (Morisita-Horn) de similitud entre las cotas estudiadas.	89
Tabla 17. Distribución espacial de las especies de acuerdo al índice Morisita (Id).	91

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, Cerro Chimayoy, Nariño-Colombia; escala 1:19000	36
Figura 2. Relación de especies, géneros y familias encontrados en el Cerro Chimayoy.	52
Figura 3. Distribución de individuos por familia y cota en el cerro Chimayoy.	56
Figura 4. Distribución de arbustos según su altura en el Cerro Chimayoy.	59
Figura 5. Distribución vertical de los arbustos según clases de altura por cota altitudinal.	59
Figura 6. Distribución de los árboles según su altura en el cerro Chimayoy.	61
Figura 7. Distribución vertical de los árboles según clases de altura cota altitudinal	62
Figura 8. Distribución de clases diamétricas de los arbustos en el cerro Chimayoy.	64
Figura 9. Distribución de clases diamétricas de los arbustos por cotas altitudinales.	65
Figura 10. Distribución de clases diamétricas de los árboles en el cerro Chimayoy.	66
Figura 11. Distribución de clases diamétricas de los árboles por cotas altitudinales.	67
Figura 12. Perfil idealizado de la cota 1 (2700 m.s.n.m.) en el cerro Chimayoy....	69
Figura 13. Perfil idealizado de la cota 3 (2900 m.s.n.m.) en el cerro Chimayoy....	69
Figura 14. Comportamiento de los histogramas de frecuencia de las especies encontradas en el cerro Chimayoy.....	71
Figura 15. Curva de acumulación de especies	85
Figura 16. Curvas de abundancia relativa de las cotas estudiadas.	87
Figura 17. Dendograma de las cotas basado en el índice de similaridad de Bray-Curtis; Coeficiente de correlación de PEARSON= 0.98.	90

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. Panorámica Cerro Chimayoy por Municipio.....	109
Anexo B. Vegetación del Cerro Chimayoy por cota altitudinal.	110
Anexo C. Descripción botánica de las especies encontradas en el cerro Chimayoy (datos observados en campo).....	111

RESUMEN

Aunque los bosques andinos ofrecen una gran oferta de bienes y servicios ambientales, son uno de los hábitats más amenazados de Colombia. En ellos se desarrollan sistemas de producción y prácticas extractivas que causan fragmentación, cambio en la estructura del bosque, disminución en la diversidad y alteración del régimen hídrico. Por ello, como un aporte al conocimiento, se analizó la estructura y la composición florística de los estratos arbóreo y arbustivo del cerro Chimayoy, ubicado en el departamento de Nariño Municipios de San Bernardo, San Pedro de Cartago, La Unión y Belén entre los 2700 y 3000 m.s.n.m. Para ello se establecieron 5 parcelas de 100 m² en cuatro cotas entre los 2700 y 3000 m.s.n.m y se censaron todos los individuos con DAP superior a 2,5 cm, evaluando estructura vertical y horizontal. Se encontró un total de 54 especies, distribuidas en 45 géneros y 31 familias botánicas. Las familias Cunnoniaceae y Theaceae fueron las más representativas del cerro, las especies *Freziera canescens* Humb. & Bonpl., (Theaceae) y *Weinmannia pubescens* Kunth., (Cunnoniaceae) fueron las de mayor importancia ecológica.

La densidad varió entre escasa y pobre; la frecuencia fue rara para el 57% de las especies; la diversidad alfa fue alta para las cuatro cotas altitudinales y treinta especies (55,5%) presentan un patrón de distribución agregado. Se reportan tres especies con algún grado de amenaza y una especie restringida para la zona del sur de Colombia.

ABSTRACT

Although, the Andinos forests offer a wide range of environmental goods and services, they are one of the most threatened habitats in Colombia; In these forests, different human groups develop systems of production and extractive practices that cause fragmentation, changes in forest structure, decrease in diversity and altered water regimes. Therefore, as a contribution to knowledge, I analyzed the structure and floristic composition of tree and shrub strata of the Cerro Chimayoy, located in the department of Nariño municipalities of San Bernardo, San Pedro de Cartago, the Unión and Belén between 2700 and 3000 m.s.n.m.

To this aim, five plots of 100 m² were established in four elevations between 2700 to 3000 m.s.n.m. and all individuals with DBH greater than 2.5 cm were recorded, evaluating horizontal and vertical structure. I found a total of 55 species representing 46 genera and 32 botanical families. Cunnoniaceae and Theaceae families were the most representative of the hill. *Freziera canensis* (Theaceae) and *Weinmannia pubescens* (Cunnoniaceae) species were the most ecologically important.

The variation between poor and low density; the frequency was rare for (57%) of the species; alpha diversity was high for the four elevations altitudinal and thirty species (55.5%) have an aggregate pattern of distribution. Reported 3 species, with some degree of threat and a species restricted to the area of the south of Colombia.

INTRODUCCIÓN

Los bosques andinos brindan una gran oferta de servicios ambientales, que van desde la regulación de caudales y el rendimiento hídrico, hasta escenarios de belleza escénica incomparable (Tobón, 2009)¹. Gracias a la capacidad que tienen estos bosques para interceptar el agua de la niebla y de la consecuente disminución de la transpiración (Ferwerda *et al.*, 2000)² son ambientes de alta energía y de abundancia de agua, en forma de humedales y complejas redes hídricas que drenan hacia las partes medias y bajas de las cuencas, donde se asienta gran parte de la población de los países andinos, estos ecosistemas son considerados como los mayores proveedores del recurso hídrico del país. Además, estos bosques de montaña cumplen un importante papel en el control de la erosión y en la calidad de las aguas, sirven de hábitat a especies de fauna y son un reservorio de genes. Igualmente, un gran número de plantas de estos bosques es utilizado como medicinas, alimentos, y con fines ornamentales, industriales y domésticos (Ataroff y Rada, 2000)³.

Sin embargo, el bosque Andino es uno de los hábitats más amenazados de Colombia; la mayor parte ha sido talado y lo que queda existe principalmente como fragmentos de diferentes tamaños y grados de aislamiento⁴. Esta alteración cambia la estructura del bosque y disminuye la diversidad (Ingram y Nadkarni, 1993)⁵, hace que se modifiquen las propiedades hidrofísicas de los suelos (Tobón *et al.*, 2009a)⁶ y, por tanto, se altera su funcionamiento hidrológico (Tobón *et al.*, 2008)⁷. Se producen cambios considerables en su dinámica hídrica, como por ejemplo en las condiciones de interceptación del agua de la niebla por la vegetación (Veneklaas *et al.*, 1990)⁸, disminución en la infiltración, y la capacidad de los suelos para retener el agua (Bonell, 2005)⁹.

¹TOBÓN, C. 2009. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y Sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito, mayo 2009

²FERWERDA W. et al. 2000. Bosques Nublados Tropicales Montanos. WWF International/IUCN The World Conservation Union.

³ATAROFF, M. y F. RADA. 2000. «Deforestation Impact on Water Dynamics in a Venezuelan Andean Cloud Forest». *Ambio* 29: 440-444.

⁴KATTAN Y ALVAREZ. 1995. Citado por GARY STILES. Inventario de las aves de un bosque Altoandino. *Caldasia* 20(1):p. 29-43.

⁵INGRAM, S.W. y NADKARNI, N.M. 1993. «Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica». *Biotropica* 25: 370–383.

⁶TOBON et al. 2009a. Physical and hydraulic properties of Tropical Montane Cloud Forest soils and their changes after conversion to pasture. *Proceedings of the Second International Symposium: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests*, Waimea, Hawaii, July 27 – August 1, 2004.

⁷TOBON et al. 2008. «Aportes de la niebla al balance hídrico de los bosques alto-andinos». En: *Ecología de Bosques Andinos*, Universidad Nacional de Colombia. J.D. León Ed. p 213.

⁸VENEKLAAS.et al. 1990. «Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane rain forest». *Vegetatio* 89:183-192.

⁹BONELL, M. 2005. «Runoff generation in tropical forests». En: Bonell, M. y L.A. Bruijnzeel (Eds.), *Forest-Water-People in the Humid Tropics: Past Present and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management*. Cambridge University Press. Cambridge.

El departamento de Nariño situado en el extremo suroccidental de Colombia, presenta ramales montañosos que lo atraviesan en un eje suroccidente-noreste (SW-NE) con elevaciones que van hasta los 4764 m.s.n.m. (Volcán Cumbal-Cordillera Occidental)¹⁰. Actualmente, posee tres zonas de reserva localizadas en el altiplano Nariñense: el Santuario de flora Isla Corota, creado mediante resolución ejecutiva número 171 de Junio de 1977, el Santuario de flora y fauna volcán Galeras creado mediante resolución ejecutiva número 052 de Marzo de 1985¹¹ y el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel, creado mediante resolución número 485 de 21 de marzo de 2007¹², que se constituye en un significativo aporte a la preservación de ecosistemas y paisajes estratégicos en el país.

En el Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel se encuentran los Cerros Chimayoy, Jacoba, Pulpito, Campana y Calvario, los cuales se constituyen en zonas amortiguadoras del Parque según Arguello (2003)¹³. Estas áreas conocidas como cerros Tutelares son el hábitat de especies amenazadas, de rica biodiversidad y tienen características paisajísticas sobresalientes que en su conjunto revisten una especial significancia a escala regional, destacándose su buena conservación hacia las partes altas¹⁴.

El Cerro Chimayoy ubicado en los municipios de Belén, La Unión, San Pedro de Cartago y San Bernardo, posee un área de 9000 has; se caracteriza por la riqueza de flora silvestre y porque constituye la cabecera de cinco fuentes hídricas abastecedoras de agua del norte del departamento de Nariño. El cerro posee un relicto de bosque altoandino por encima de los 2700 m.s.n.m. constituyéndose en un entorno paisajístico e histórico no solo para la región del norte del departamento, sino también para la ecorregión del Macizo Colombiano¹⁵.

Desafortunadamente como la mayoría de áreas de alta significancia ambiental, el Cerro Chimayoy afronta problemas de tenencia de la tierra, y presión de propietarios colindantes hacia la zona de amortiguación y la parte alta, con el fin de adecuar terrenos para producción agrícola y pecuaria. Esta problemática ha causado alteración del régimen hídrico, deforestación y modificación en la cobertura vegetal, con disminución de algunas de las comunidades de árboles y

¹⁰NARVÁEZ, GERMAN. Estudio geográfico del Volcán Doña Juana y su área adyacente. Municipio de la Cruz. Universidad del Cauca. 1998

¹¹PANTOJA, G. Caracterización ecológica de la vegetación arbórea y arbustiva del santuario de flora isla La Corota. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Programa de Biología. 1999.

¹²MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución No. (485) de 21 de marzo de 2007. 12 p.

¹³ARGUELLO, S. plan de ordenamiento y manejo ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana y su área de influencia. IDEAM: convenio FONADE No. 2016591 (No. 006 CORPONARIÑO, 071 IDEAM). Tomo III. 2003.

¹⁴ARGUELLO, Op. Cit. p 142.

¹⁵ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

arbustos de importancia biológica para la zona¹⁶. La acelerada transformación de la cobertura vegetal, pone en peligro el recurso hídrico de cinco quebradas: Cusillos y El Diviso (municipio La Unión), Los Molinos (municipio de Belén) Junín Cerritos (municipio de San Bernardo) y la Chorrera (municipio San Pedro Cartago). Por los acueductos veredales y municipales a los cuales abastece con sus redes hídricas, el Cerro Chimayoy es un área valiosa y es considerado como la estrella fluvial del norte de Nariño¹⁷.

A pesar de la importancia del bosque altoandino como fuente de recursos hídricos y biológicos, el país está lejos de tener políticas claras con consecuencias relativamente efectivas para la utilización adecuada, la conservación y la restauración de los bienes y servicios que prestan estos ecosistemas. Desde una perspectiva académica, se considera que estas políticas debería estar basadas en un conocimiento científico de los factores que determina la dinámica de procesos ecológicos fundamentales. El conocimiento de estos factores permitirá entender mejor los efectos de la intervención antrópica sobre el funcionamiento de estos ecosistemas¹⁸. En este sentido, estudios de la estructura y composición vegetal son relevantes para plantear planes de manejo y conservación de los recursos naturales de estos ecosistemas.

Teniendo en cuenta que la fitosociología se ha encargado de estudiar las agrupaciones de plantas, sus interrelaciones y su dependencia frente al medio ambiente vivo e inanimado, ya que comprende la clasificación y caracterización de la vegetación según su fisonomía y composición florística¹⁹, y debido a que la cobertura vegetal es muy sensible a las perturbaciones naturales y antrópicas; su conocimiento es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como captadora y transformadora de energía solar, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente reductor de la contaminación atmosférica²⁰.

Por lo anterior, en esta investigación se evaluó la estructura y composición florística arbórea y arbustiva del Cerro Chimayoy, obteniendo información sobre listado de especies, y la información relacionada con la diversidad alfa, coeficiente

¹⁶P.O.T. Municipio de San Bernardo 2003-2007.

¹⁷ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

¹⁸BONILLA, MARIA ARGENIS. Estrategias adaptativas de plantas del paramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005, 356p.

¹⁹BRAUN BLANQUET, J. Fitosociología bases para el estudio de las comunidades vegetales, H. Blume Ediciones. Madrid. 1979.

²⁰MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía. Secretaria general de la OEA. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington 1982.

de similaridad, y el comportamiento de altura y diámetro de las plantas halladas entre las cotas de los 2700 a 3000 m.s.n.m. del Cerro. Estos resultados aportan al conocimiento de la estructura vertical y horizontal del bosque, el cual será una herramienta de apoyo para la formulación de planes de conservación y protección del ecosistema, que redunde en beneficios ecológicos para las poblaciones locales y para el patrimonio biológico natural.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la estructura y composición de la vegetación arbórea y arbustiva del cerro Chimayoy, Región Norandina del Departamento de Nariño, entre las cotas de 2700 y 3000 m.s.n.m.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1. Realizar el inventario florístico de la vegetación con DAP superior a 2,54 cm presente entre las cotas de los 2700 y 3000 m.s.n.m. del Cerro Chimayoy.

1.2.2 Evaluar los caracteres estructurales de la vegetación arbórea y arbustiva mediante variables fitosociológicas cuantitativas.

1.2.3. Analizar la diversidad de la vegetación arbórea y arbustiva encontrada en la zona de estudio y comparar la semejanza entre las comunidades (cotas).

1.2.4. Determinar el patrón de distribución espacial y la caracterización fisonómica-estructural de la vegetación estudiada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistema Andino

El ecosistema Andino hace parte de un complejo de ecosistemas propios de la región andina, en los que se encuentran bosques secos montanos, bosques húmedos, páramos, páramo bajo y páramo alto. En ellos, es determinante el factor climático, debido a la altura en la que se encuentran; en sus vertientes húmedas, por lo regular más expuestas a las variables climáticas, hay gran actividad geomorfológica, que da como resultado una alta inestabilidad de suelos, movimientos en masa y derrumbes frecuentes que determinan una dinámica muy especial y propia de estos bosques²¹.

En sentido general, los bosques andinos no tienen un rango de altitud definido, pues se encuentran distribuidos en altitudes diferentes dependiendo de las condiciones ambientales de cada sitio y de su exposición a las corrientes de masas de aire humedecido (Tobón 2009)²². No obstante, generalmente se ubican en altitudes que oscilan entre los 1000 y 3500 m.s.n.m. en las áreas tropicales (Rangel, 2000)²³.

Estos ecosistemas, presentan formaciones vegetales únicas en el mundo, tanto por su composición florística como por las particularidades evolutivas que han desembocado en altos niveles de endemismo y diversidad biológica por lo que están considerados como uno de los ecosistemas más ricos en especies y se ubican entre los más importantes *hotspots* de biodiversidad mundial (Brehm *et al.*, 2008)²⁴. Se caracterizan por poseer microclimas como resultado de la captura de la humedad adicional de la niebla que pasa entre el dosel y las ramas, la disminución de la radiación solar hacia la superficie del bosque, la baja velocidad del viento dentro de los bosques (Arroyave, 2007)²⁵, la abundancia de epífitas en las ramas y en el tronco de los árboles (Tobón y Arroyave, 2007; Hofstede, 1995), y la presencia de una capa gruesa de musgo en el suelo, la misma que captura el agua de la precipitación y la libera lentamente durante los períodos sin lluvia (Avendaño, 2007)²⁶.

²¹<http://www.opepa.org/index.php>. Enero 18 de 2012.

²²TOBÓN, C. Op.Cit.

²³RANGEL, O. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 2000.

²⁴BREHM, G et al. 2008. «Mountain Rain Forests in Southern Ecuador a Hotspot of Biodiversity – Limited Knowledge and Diverging Patterns». In Beck, E., J. Bendix, I. Kottke, F. Mak eschin, y R. Mosa ndl. (Eds.). 2008. Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Analysis and Synthesis. Ecological Studies, Vol. 198: 15-25.

²⁵ARROYAVE, F.P. 2007. Contribución de la precipitación horizontal al ciclo hidrológico de los páramos, con referencia inicial al páramo de Guerrero. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 112 p.

²⁶AVENDAÑO, D. 2007. Biomasa y capacidad de almacenamiento de agua de las epífitas en el Páramo de Guerrero (Cundinamarca, Colombia). Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 78 p.

El bosque andino, de acuerdo con la altitud, suele clasificarse en tres subtipos²⁷:

Bosque subandino: es dominado por un clima templado, se encuentra entre 1.000 y 2.400 m.s.n.m. El dosel arbóreo puede alcanzar alturas de 20 a 30 m. La temperatura media anual puede oscilar entre 18 y 24 °C.

Bosque Andino: Se distribuye entre 2.000-3.000 m.s.n.m. de altitud, aunque en la cordillera central tiende a llegar hasta 3.200 o más. El Bosque de Niebla es una variación del bosque andino y recibe su nombre por los frentes de condensación de agua permanente y semipermanente. Los árboles son relativamente bajos, no suelen pasar de los 25 metros con hojas en promedio pequeñas. La temperatura promedio oscila entre 13 y 18 °C.

Bosque Altoandino: Alcanza los 3.400-3.600 m.s.n.m, presentando su mayor límite altitudinal sobre la cordillera central. Presenta un dosel de aproximadamente 8 y a 15 m. con temperaturas entre 8 y 13 °C. Este ecosistema es frágil al fenómeno de paramización, y presenta además, algunas especies arbustivas que denotan la transición con páramo y subpáramo. Comparte más elementos florísticos con el bosque andino.

En Colombia el bosque altoandino se caracteriza por incluir coberturas arbóreas por encima de los 1000 m.s.n.m., hasta los 3600 m.s.n.m.. Los elementos florísticos varían entre las tres cordilleras, aunque existen géneros que son típicos de este ecosistema, como *Quercus* sp., *Weinmannia* sp., *Ocotea* sp., *Clusia* sp., *Juglans* sp., *Drimys* y *Podocarpus* sp. Son características algunas familias como Lauraceas, Cunoniaceas, Melastomataceas, y Rubiaceas, entre otras. Se caracterizan por presentar un estrato de árboles y arbustos, cuando el relieve lo permite limitan por la parte superior con los bosques del Páramo y los patrones de precipitación permiten bajas o nulas deficiencias de humedad durante el año²⁸.

El bosque altoandino ha sido un recurso natural sobreutilizado y desplazado por paisajes agropecuarios, plantaciones forestales, paisajes semiurbanos y recreativos de mayor rentabilidad. Sin embargo, con el afán de aprovechar económicamente la tierra, se ha desconocido su papel en la regulación del ciclo hidrológico, en la formación y retención del suelo y en la regulación de los ciclos biogeoquímicos básicos que determinan la producción, el desarrollo de cadenas tróficas y el desarrollo de las diferentes etapas sucesionales que regeneran los ecosistemas de bosques nativos, protectores de las cuencas altas de la región Andina. Igualmente su biodiversidad es considerada una reserva genética para la

²⁷VAN DER HAMMEN, T. Historia, ecología y vegetación. FEN-COA-Fondo de Promoción del Banco Popular. Bogotá. 1992.

²⁸CRUZ, S. Plan de ordenamiento y manejo ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana y su área de influencia. IDEAM. Tomo I. Bogotá, mayo 2003.

seguridad alimentaria, y el descubrimiento de nuevas especies promisorias o útiles para la industria y la farmacia²⁹.

2.2. Conceptos teóricos para el estudio de comunidades vegetales

2.2.1. Comunidad vegetal

Una comunidad vegetal es una unidad sociológica que posee una composición (aspecto florístico) y una fisonomía (aspecto morfológico) características, que resultan de las interacciones que se presentan a través del tiempo. Es un complejo de especies vegetales compuesto de elementos ecológica y fenológicamente diferentes que, pese a su dinamismo, forman un sistema persistente que describe, desde el punto de vista botánico, las relaciones fitogeográficas y la historia de la región³⁰.

2.2.2. Caracterización de la vegetación

Se refiere al estudio de las poblaciones y comunidades vegetales presentes en un área determinada. La caracterización de las especies provee una medida de la variedad de formas de vida, además aporta información de diferentes facetas de esa variedad, como diversidad funcional, diversidad a diferentes niveles taxonómicos (por ejemplo, géneros y familias) y heterogeneidad espacial (Gastón 1996)³¹.

Las plantas pueden clasificarse en categorías florísticas o en categorías fisionómico-estructurales. En la mayoría de los estudios fitosociológicos se utilizan las categorías florísticas; sin embargo en los análisis de zonas extensas o de regiones de flora poco conocida, como en los trópicos húmedos se usan categorías fisionómico-estructurales³².

2.2.3. Caracterización fisionómico-estructural

La fisonomía es una de las formas existentes para la caracterización de la vegetación, es una combinación de la apariencia externa de la vegetación, la estructura vertical, (arquitectura o estructura de la biomasa) y las formas de crecimiento de sus taxas dominantes. La estructura es el patrón de distribución de las plantas directamente implicadas en el mantenimiento de una atmósfera más o

²⁹ MORA, L. Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, cordillera oriental de Colombia. Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Helmut Sturm Editores. Santa fe de Bogotá, 1995.

³⁰ RAMIREZ, B. Principios y métodos en ecología vegetal. Universidad del Cauca. Popayán. Facultad de ciencias naturales exactas y de educación. Departamento de biología. , 1995.

³¹ VILLAREAL, Op. Cit. p.

³² MATTEUCCI, Op. Cit. p.

menos estable, ya que influye sobre la radiación incidente, sobre el flujo de la precipitación al interior de la comunidad y sobre la acción del viento. El arreglo de las plantas según estratos y sus valores de cobertura se relacionan con el metabolismo de la comunidad ya que controlan la cantidad de la radiación y la evapotranspiración de la fotosíntesis.

De acuerdo con Rangel³³, la caracterización fisonómica se fundamenta en el estudio de la estructura o arquitectura comunitaria, la cual se define como la organización en el espacio de los individuos que forman una muestra. La estructura está definida por el ordenamiento en sentido horizontal y vertical de sus componentes.

La composición florística establece el conjunto de especies vegetales que denoten maneras de asociarse en patrones o comunidades definiendo su riqueza y diversidad³⁴. La composición del bosque a su vez puede fluctuar a través del espacio y tiempo, especialmente cuando se encuentran en etapas de sucesión.

La caracterización de una comunidad vegetal requiere de la obtención de información referente a: Densidad, Altura, Cobertura, DAP (diámetro a la altura del pecho), de los diferentes componentes de dicha comunidad. El análisis de la distribución de clases de alturas, de los valores de DAP y las coberturas facilita la comprensión de la dinámica de la vegetación³⁵.

2.2.4. Estructura vertical

Es una característica particular de los bosques que incluye el número de individuos y sus patrones complejos de distribución entre el suelo y el dosel³⁶. En los ecosistemas boscosos tropicales, la estructura vertical, se puede estudiar bajo diferentes concepciones, de acuerdo con la naturaleza de los estudios. Se han identificado tres tendencias respecto al concepto de estratificación: dinámico, funcional y estructural³⁷.

La tercera tendencia hace referencia a una concepción de tipo estructural propiamente dicha, donde los árboles del bosque se agrupan en diferentes estratos. Según Whitmore (1975), el término estratificación se usa más comúnmente para designar la separación de la altura total del árbol en varias capas, lo cual se hace extensivo a la separación de las copas de los árboles de un bosque. Dentro de esta concepción se contemplan tres tipos de estratificación: la

³³RANGEL, Op. Cit. p 60.

³⁴RANGEL, Op. Cit. p 60.

³⁵MELO, O.A. y VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. 2002, 235 P.

³⁶WITMORE, 1975. Citado por Solarte 1997.

³⁷OTAVO, E. Análisis estructural de la vegetación. En: Sánchez, H. y Castaño, Aproximación a la definición de criterios para la zonificación y el ordenamiento forestal en Colombia. Ministerio del medio ambiente. OIMT.PNUD. 1994, p 72-81.

estratificación de especies, estratificación de individuos y la estratificación de masa foliar³⁸.

La estratificación de especies puede evaluarse determinando el hábito de crecimiento; este corresponde a las formas de vida de las plantas originadas por adaptación ecológica a las condiciones del ambiente (Clima, suelo y vida comunitaria), que se manifiestan en el tamaño, la longevidad, la leñosidad, grado de independencia, modo de crecimiento, morfología general, aspectos foliares, localización de las yemas de perpetuación y fenología. Las adaptaciones son el reflejo de características genéticas y de modificaciones del hábitat (Ramírez, 1995)³⁹.

Uno de los productos que se genera en los estudios relacionados con la estructura vertical del bosque, es el diagrama de perfil, el cual fue introducido por Davis & Richards en 1933⁴⁰ y es la herramienta más utilizada para la evaluación de la estructura vertical de los bosques. Se construye con base en mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas partir de una altura mínima inferior arbitraria o de un diámetro mínimo de medición (UNESCO, 1980)⁴¹.

2.2.5. Estructura Horizontal

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque; esta estructura puede evaluarse a través de variables fitosociológicas discretas como las abundancias, frecuencias y dominancias de las especies. Con las anteriores variables se pueden generar Índice de valor de importancia ecológica de las especies y familias en el ecosistema estudiado, y corresponden a variables fitosociológicas combinadas.

2.2.6. Categorías florísticas

Las empleadas con más frecuencia son las especies. Tienen la ventaja de ser entidades fácilmente reconocibles y sus propiedades ecofisiológicas son tales que en sí mismas, contienen información de utilidad fitosociológica; están definidas externamente por su posición taxonómica, por lo cual el investigador no necesita definir las. Son relativamente fáciles de cuantificar en función del número de individuos, de la cobertura, por especies y permiten obtener un conjunto finito de variables⁴².

³⁸BOURGERON, P. Spatial aspects of vegetation. In: Golly. F. B. (Ed). Tropical Rain Forest Ecosystem, structure and function. Elsevier, Amsterdam, 1983. p 29-48.

³⁹RAMÍREZ, B. Principios y métodos en ecología vegetal. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias naturales exactas y de educación. Departamento de Biología. 1995.

⁴⁰DAVIS, T. A. & RICHARDS, P. W. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana. An ecological study of a limited area of tropical rain forest. In: Journal of Ecology. 1933, Vol. 21. Pp. 350 – 384.

⁴¹UNESCO, 1980. Citado por Perdomo 2007.

⁴²BRAUN-BLANQUET, Op. Cit. p 13.

2.2.7 Evaluación de la diversidad biológica

Por diversidad biológica se entiende la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas⁴³. La diversidad puede evaluarse dentro de las poblaciones y especies, en comunidades y en ecosistemas.

Los estudios de diversidad incluyen tres niveles de análisis: La diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores^{44,45}.

2.2.8. Patrón de distribución espacial de una especie

El patrón espacial de una especie se refiere a la distribución en el espacio de los individuos pertenecientes a dicha especie. Sin embargo, como el término "distribución" tiene un significado preciso en estadística, denota la forma en que se reparten en las clases posibles los valores de una determinada variable. Así, las variables tienen una distribución dada y las especies tienen un patrón determinado⁴⁶.

Hay tres patrones básicos de distribución de población: *uniforme*, hay igual distancia entre cada dos individuos de la población; *agregado o contagioso*, los individuos se encuentran en grupos; *al azar*, la distancia entre cada dos individuos de la población varía al azar, o sea, que teóricamente, la ubicación de un individuo no tiene ningún efecto sobre la ubicación de otros individuos de la misma población⁴⁷.

⁴³ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medioambiente y el desarrollo. Río de Janeiro. ONU. 1992. 38 P.

⁴⁴HALFFTER, G. La diversidad biológica en Iberoamérica I. CYTED-D. Programa Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. México. 1992, 388 P.

⁴⁵CRAWLEY, M. J. Plant ecology. Second edition. Blackwell Science. Oxford. 1997, 720 P.

⁴⁶MATEUCCI, Op. Cit. p 7.

⁴⁷CAVIEDES, C. BLANCA, M. Manual de métodos y procedimientos estadísticos.1999

3. ANTECEDENTES

3.1. Estudios de la vegetación en Colombia

3.1.1. Primeras aproximaciones

La caracterización de la biodiversidad se originó hace cerca de dos siglos con la expedición botánica del nuevo Reino de Granada (1783) y el trabajo de Alexander Von Humbolt (1801). Más adelante, Francisco José de Caldas (1803), realizó observaciones sobre la distribución de los cultivos de las plantas útiles y sobre especies dominantes en la vegetación montañosa del sur de Colombia⁴⁸.

Posteriormente Chapman (1917), clasificó las regiones naturales de Colombia en áreas boscosas y en áreas sin bosque. En las primeras estarían las zonas de bosque húmedo, tales como la región Amazónica y la costa Pacífica entre otras, y en las áreas sin bosque, estarían las zonas semiáridas, los llanos y valles cubiertos de matorrales. El bosque de montaña estaría como una categoría especial⁴⁹.

En (1934), Cuatrecasas realiza el primer trabajo sobre el estudio de la vegetación con base en levantamientos completos en su obra “observaciones geobotánicas de Colombia”; y en 1958 clasifica las grandes formaciones vegetales de Colombia según pisos altitudinales⁵⁰.

Estos estudios han continuado y se reflejan en las colecciones de los herbarios de las principales universidades del país. A pesar de estos importantes esfuerzos, el conocimiento científico de nuestra diversidad biológica permanece incompleto a causa del reto que representa la megadiversidad Colombiana.

3.1.2. Otros estudios a nivel Nacional

En la región Andina Colombiana se resaltan los estudios realizados por Gentry (1993), quien comparó resultados para plantas con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2.5 cm en muestras de 0.1 Ha de bosques montanos neotropicales por encima de los 800 m de altitud. Los datos disponibles provienen de 36 localidades Andinas que representan 17 departamentos en 4 países así como también 17 localidades de América Central y México⁵¹.

⁴⁸RANGEL, LOWY. et-al. Colombia diversidad biótica II: Tipos de vegetación en Colombia. Santa fe de Bogotá, 1997. 436p.

⁴⁹RANGEL. Op.Cit. p56-400.

⁵⁰RANGEL. Op.Cit. p56-400.

⁵¹GENTRY, A. 1993. citado por Pantoja G. Op. Cit. p 25.

Giraldo- Cañas (1993), estudió la estructura y composición florística de tres remanentes de diferentes estadios sucesionales de un bosque secundario muy húmedo localizado en el cañón del Río Santo Domingo en la Cordillera Central de los Andes Colombianos. Encontró 514 individuos representados por 117 especies y 49 familias. Las familias más importantes fueron: Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Mimosaceae, Lauraceae, Moraceae. Los géneros más diversos fueron: *Miconia* e *Inga*. Cerca del 76% de las especies estaban representados por menos de 3 individuos, lo que muestra una distribución homogénea⁵².

Rangel (1997), presenta una revisión de los tipos de vegetación en Colombia dándole especial énfasis a la región Andina. Obtuvo 1008 registros que se agruparon –en sentido amplio- en términos fitosociológicos, fitoecológicos, fisionómicos y comunes. Se incluyen datos sobre especies dominantes, el área de distribución, algunos rasgos ecológicos y las especies asociadas. Así mismo aporta diferentes metodologías para el tratamiento de los estudios de vegetación⁵³.

González y Ramírez (1998), hicieron un estudio de los páramos que rodean a la ciudad de Pasto. Desde el punto de vista fisionómico no difieren mucho de los páramos que se encuentran en otras partes de Colombia. Son comunes los frailejonales, pajonales, bosques paramunos, áreas de turberas etc. Desde el punto de vista de composición florística, si bien varios taxa se repiten tanto en las asociaciones como en las alianzas: *Blechnum loxense* y *Diplostephium floribundum* forman asociaciones con *Weinmannia mariquitae*, *Sphagnum magellanicum* y *Pentacalia vaccinioides*; se presentan algunas especies que caracterizan las comunidades del sur y que reemplazan a especies que no se hallan en estas latitudes, tal como ocurre con *Espeletia pycnophylla* que reemplaza a otras especies de *Espeletia* características de los páramos más hacia el Norte⁵⁴.

En la reserva forestal Cárpatos (Guasca-Cundinamarca) se reporta un estudio ecológico donde se caracterizó el componente boscoso mediante un enfoque florístico y fisionómico. En total se encontraron 54 especies arbóreas, pertenecientes a 41 géneros y 29 familias. Se relacionan variables ambientales con parámetros físicos y químicos del suelo y características de la vegetación. De esta manera se infiere que las especies vegetales y sus asociaciones son indicadores de características edáficas y ambientales particulares, y así mismo, en esa interacción planta-suelo, el componente edáfico con determinadas

⁵²GIRALDO-CAÑAS, D. estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central. En Churchill, s.p., Balslev, H., E. y Lutein, J.L. (eds) Biodiversity and conservation of neotropical montane forest. 1993.

⁵³RANGEL, Op. Cit. p. 56-400.

⁵⁴GONZALEZ, M. RAMIREZ, B. caracterización de algunos paramos de la cordillera Centro-oriental en el sur de Colombia. 1998. Universidad de Nariño-Fondo FEH Colombia.

características, condiciona la presencia y desarrollo fisionómico de un grupo de especies⁵⁵.

Narváez y Rosero (2004), realizaron una caracterización florística, fisionómica y estructural de la vegetación arbórea y arbustiva en el robledal de la reserva natural “Bosque el Común” localizado en la rama occidental del nudo de los Pastos, a una altura de 2200 a 2600 m.s.n.m. Evaluaron 10 transectos de 100m² cada uno cubriendo un área total de 0.1ha, Analizaron la estructura, riqueza y composición florística de las especies arbustivas y arbóreas. Reportan 783 individuos pertenecientes a 27 familias, 31 géneros y 34 especies, de los cuales 18 se encuentran en bosque primario poco intervenido y 21 en el bosque secundario, 5 especies están presentes en los dos bosques. Las familias que se destacan por su importancia ecológica son Fagaceae (bosque primario), Cunoniaceae (bosque secundario) y Rubiaceae (bosque primario y secundario). Los resultados muestran que los dos bosques poseen una baja diversidad, con predominio de muy pocas especies⁵⁶.

Castaño, et al. (2004) evaluaron la estructura, diversidad y composición florística de un bosque de tierra firme del plano sedimentario Terciario, Peña Roja, región del medio río Caquetá, departamento de Amazonas. En el componente arbóreo encontraron 1857 individuos, 423 especies con DAP 1cm, 1087 individuos y 334 especies con DAP 2.5 cm, y 187 individuos y 104 especies con DAP 10 cm. Las familias con el mayor número de especies fueron Sapotaceae (32), Fabaceae (29), Lauraceae (24) y Lecythidaceae (23)⁵⁷.

Higuita y Álvarez (2004), en un bosque Andino del Oriente Antioqueño, estudiaron la estructura y composición florística de plantas leñosas 5cm de DAP en una parcela permanente de una hectárea ubicada en la reserva natural Montevivo, al oriente de Medellín. Registraron 3208 individuos, distribuidos en 76 especies, 55 géneros y 34 familias. El 52% de las familias estuvo representada por una sola especie. Solo 7 familias contenían el 50% del total de especies registradas y la familia Ericaceae fue la más diversa con 5 géneros y 6 especies, seguida de Clusiaceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae con 4 géneros y 6 especies cada una⁵⁸.

Carvajal y Rivera-Díaz (2009), hicieron la caracterización florística del bosque “El paramo La Floresta”, ubicado en la zona de amortiguamiento del parque Nacional

⁵⁵CANTILLO, AVELLA. et-al. Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la vegetación arbórea en la reserva forestal Carpatos (Guasca Cundinamarca). En: RAMIREZ, et-al. III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán noviembre, 2004. p 83.

⁵⁶NARVAEZ, C. & ROSERO, R. caracterización florística, fisionómica y estructural de la vegetación arbórea y arbustiva en el robledal de la reserva natural “Bosque el Común” en el municipio de Chachagui, Nariño. 2004.

⁵⁷CASTAÑO, BETANCUR. et-al. Estructura y composición florística de un bosque de tierra firme en la región del medio Río Caquetá, Amazonia Colombiana. En: RAMIREZ, et-al. III Congreso Colombiano de Botánica. p 125.

⁵⁸HIGUITA, D. ALVAREZ, E. estructura y composición florística de un bosque andino del oriente Antioqueño. En: RAMIREZ, et-al. III Congreso Colombiano de Botánica. p 142.

Natural Serranía de los Yariguies departamento de Santander Colombia, en 0.1 hectáreas de bosque se encontraron 711 individuos distribuidos en 81 especies, 55 géneros y 32 familias; las familias Fagaceae, Podocarpaceae, Clusiaceae, Rubiaceae y Araliaceae, son ecológicamente predominantes. Los géneros registrados con mayor frecuencia (después de *Quercus*) son: *Weinmannia*, *Clusia*, *Miconia* y *Oreopanax*. Las especies más frecuentes son: *Q. humboldtii*, *Podocarpus oleifolius*, *Hedyosmum colombianum* y *Prumnopitys harmsiana*. Se concluyó que el área de estudio presenta valores muy bajos de riqueza comparado con los resultados de 9 bosques andinos del país⁵⁹.

Carvajal y Rivera-Díaz (2009), estudiaron la estructura y el estado de conservación del bosque de roble "El paramo la Floresta", departamento de Santander; donde se presenta la estructura y el estado actual de conservación del bosque, se muestreo 0.1 hectárea, en donde se censaron todos los individuos con un DAP > 1 cm; las máximas alturas corresponden a *Q. humboldtii* y *Podocarpus oleifolius*, alcanzando los 20 m. al comparar con otros bosques andinos Colombianos se encuentra que los estratos arbóreo y arbustivo son dominantes en todas las localidades. El estado de conservación del bosque se puede considerar como fuertemente alterado⁶⁰.

Díaz, et al. (2009), evaluaron dos fragmentos de bosque en el municipio de Totoro, Cauca parte media de la cuenca del rio Palace; se analizan los fragmentos teniendo en cuenta el cambio ocurrido en la cobertura vegetal y se caracterizan siguiendo la metodología de Gentry (1983), con el fin de analizar la estructura y la composición florística. *Q. humboldtii* posee la mayor importancia ecológica para los dos fragmentos. Los estratos dominantes de los fragmentos son arbustivo y arbóreo inferior⁶¹.

Pérez, et al. (2009), realizaron un inventario florístico de la Reserva "Bosque de Pubenza", un relicto de bosque húmedo premontano ubicado a una altura de 1700 m, municipio de Restrepo, Valle del Cauca. Se registraron 196 especies pertenecientes a 139 géneros y 67 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Orchidaceae (20), Araceae (13) y Asteraceae (13). Los géneros más representativos de especies fueron *Piper l.* (8), *Anthurium schott* (6) y *Miconia Ruiz y Pav.* (6) el estrato más abundante fue el herbáceo (34%). Se reporta por primera vez para el Valle del Cauca el género *Ornithocephalus*; el alto número de

⁵⁹CARVAJAL y RIVERA. Estructura y estado de conservación del bosque de Roble "El páramo -la Floresta", Serranía de Yariguies, Santander Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 60.

⁶⁰CARVAJAL y RIVERA. Caracterización florística del bosque de roble "el páramo de la Floresta" y sus relaciones con otras áreas Andinas de Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 60.

⁶¹DIAZ, et al. Fragmentación y caracterización florística de dos bosques de la cuenca del Rio Palacè, Municipio de Totoró Cauca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 77-78.

especies encontradas de la familia orchidaceae indica el buen estado de conservación en el que se encuentra dicho ecosistema⁶².

Arcos y Varona (2009), realizaron un estudio de composición y estructura en un bosque altoandino localizado en la vereda el Cofre, municipio de Totoro, Cauca; se censaron todos los individuos con DAP ≥ 1 cm; se reportan 741 individuos distribuidos en 68 familias, 104 géneros y 148 especies. Las familias con más especies son Melastomataceae (12), Asteraceae (11), Piperaceae (6); el género mejor representado fue *Miconia* con 7 especies, seguido por *Weinmannia* e *Ilex* con 4 especies cada una. Las especies más representativas fueron *Palicourea cf. apicata* y *Palicourea amethystina* con 9,68% y 8,02% respectivamente; *Freziera canescens* fue la especie más dominante frecuente e importante con 28,52%, 4,46% y 38,27% respectivamente. Se registraron 5 especies de Rubiaceae y 12 especies de Melastomataceae⁶³.

Londoño, *et al.* (2009), determinaron la composición florística y estructural de dos fragmentos de bosque secundario con diferente edad de regeneración en la vereda San Pedro del municipio de Maceo, Antioquia; se registraron un total de 4308 individuos distribuidos en 285 especies, 63 familias y 158 géneros. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Lauraceae, Rubiaceae, Fabaceae y Melastomataceae con más de 20 especies cada una. Los géneros con mayor número de especies fueron *Miconia* (15), *Inga* y *Piper* con 10 cada una, *Ocotea* y *Psychotria* con 9 cada una y *Casearia* (6). Las especies más importantes fueron *Guatteria cargadero*, *Myrcia fallax*; las especies más dominantes fueron *Jacaranda copaia*, *Piptocoma discolor* y *Virola sebifera*⁶⁴.

Melo y Ramírez, (2009), realizaron un estudio de composición florística y estructura de la vegetación en el distrito de manejo integrado DMI cuchilla de Peñas blancas y del Subia en áreas del municipio de El Colegio, Cundinamarca; se encontraron 59 familias, 97 géneros, 152 especies y 5350 individuos. La especie con mayor %IVI, %IPF y cobertura fue *Cyathea caracasana*, convirtiéndose en una de las especies más importantes del bosque; los índices de diversidad y riqueza muestran un bosque heterogéneo, con equilibrio para mantener la diversidad de la zona encontrando variedad de familias y especies

⁶²PEREZ, et al, Inventario florístico de la reserva "Bosque de Pubenza" municipio de Restrepo, departamento del Valle del Cauca (Colombia). En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 80.

⁶³ARCOS Y VARONA, Caracterización fisonómica y estructural de un bosque altoandino en la vereda el Cofre finca potrero del Rio, municipio de- Totoró Cauca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 118-119.

⁶⁴LONDOÑO, et al. Composición florística y estructural de dos fragmentos de bosque secundario en el municipio de Maceo, Antioquia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 130.

con gran importancia en regeneración natural; hay una alta representación de Melastomataceas (15 especies) y Rubiaceas (13 especies)⁶⁵.

Molina, et al. (2009), caracterizaron la composición florística y la estructura de tres bosques altoandinos de niebla aledaños a la laguna de la Cocha, Nariño; en cada sitio se muestreo 0,1 hectárea y se censaron todos los individuos con un DAP 2,5cm, adicionalmente se reporto la presencia de herbáceas y epifitas. Las especies con un mayor valor de importancia ecológica fueron *Weinmannia elliptica*, *Hedyosmun goudotianum* y *Brunellia cayambensis*; las familias con mayor número de especies (Asteraceae, Orchidaceae, Melastomataceae, Cunoniaceae) corresponden a lo reportado en otras investigaciones similares en bosques altoandinos⁶⁶.

3.1.3. Estudios realizados en la franja Altoandina

La mayoría de las investigaciones realizadas en el bosque altoandino se han centrado en el flanco oriental de la Cordillera oriental⁶⁷; por ejemplo, Cuatrecasas (1934) describió grandes extensiones de *Weinmannia tomentosa* en los cerros que rodean la sabana de Guasca a 2700m.s.n.m.⁶⁸. Franco (1982) describió la asociación *Drimo-Weinmannietum fagaroides* en el Parque Natural Chingaza entre 3100-3600 m.s.n.m.⁶⁹. Vargas y Zuluaga (1985) registraron la asociación de *Weinmannia tomentosa* y *Drimys granadensis* en Monserrate a 3200msm⁷⁰.

Se reportan estudios como el de Ramírez y Cuayal (1993)⁷¹, de estructura y composición de formaciones boscosas andinas del sur de la cordillera centro oriental en el cual se aporta información valiosa sobre la vegetación de 11 localidades selváticas. Así mismo, estos dos autores reconocieron las especies nativas que son aptas para la recuperación de áreas de protección en las cuencas

⁶⁵MELO, et al, Estudio de composición florística y estructura de la vegetación en el distrito de manejo integrado -DMI- cuchilla de Peñas Blancas y Del Subia en áreas del municipio del colegio, Cundinamarca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 132.

⁶⁶MOLINA, et al, Estructura y composición florística de tres bosques de niebla aledaños a la laguna de la cocha, Nariño, Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 132.

⁶⁷PEREZ, A. Y VAN DER HAMMEN. 1983. Unidades ecogeograficas y ecosistemas en el Parque Natural Los Nevados: Una síntesis inicial. En: La cordillera Central Colombiana. Estudios de ecosistemas Tropandinos. Vol. 1 277-300. Vaduz.

⁶⁸CUATRECASAS, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trab. Musc. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot. 27:1-44, Madrid, España.

⁶⁹FRANCO, P. 1982,. Estudios fitoecologicos en el Parque Nacional Chingaza (Cundinamarca). Tesis de grado. 71 pp. Depto. Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

⁷⁰VARGAS, J.O. Y ZULUAGA, S. 1985. La Vegetación del paramo de Monserrate. En Rangel, O. y Sturm H. (eds.): Ecología de los paramos andinos: Una visión preliminar integrada. 167-217pp. Ins. Cienc. Nat. Biblioteca José Jerónimo Triana. No 9, Bogotá, Colombia.

⁷¹RAMIREZ, B. & CUAYAL, J. especies vegetales nativas aptas para la recuperación de áreas de protección en cuencas altas del municipio de Pasto. 1993. p 102. escuela de postgrado, especialización de Ecología. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias naturales y matemáticas. Programa de Biología.

altas del municipio de Pasto (Ríos Bobo, Guamuéz y Pasto) a través de un estudio fitosociológico.

Gentry (1994), desarrolló un trabajo sobre estructura y composición florística, de dos fragmentos de bosque Altoandino, en la vereda “Santa Teresita” al costado Oriental de la Laguna de la Cocha. Encontró que a medida que aumenta la presión sobre los bosques maduros, los secundarios e intervenidos cobran mayor importancia como fuente de productos forestales. Igualmente concluye que los bosques en proceso de recuperación cumplen otras funciones importantes, puesto que representan una reserva genética y fuente de semilla para repoblar sitios despoblados de vegetación. Se destacan las especies de *Weinmannia sp.*, *Drimys granadensis*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmun sp.*, *Myrsine sp.* y *Podocarpus oleifolius*⁷².

Pantoja (1999), realizó un estudio en el santuario de flora y fauna isla La Corota, localizada a 2700 m.s.n.m., en el que censaron los individuos con DAP a 2.5cm presentes en 0.1 ha. Encontraron 752 individuos, distribuidos en 42 especies, 29 géneros y 26 familias. El 95% de las especies correspondían a dicotiledóneas, el 2.3% a monocotiledóneas y el 2.3% a pteridofitas. Las familias con mayor número de especies fueron: Asteraceae (5), Myrsinaceae (4), Lauraceae (2), Rubiaceae (3), Cunoniaceae (3), Myrtaceae (2), Araliaceae (2), Piperaceae (3), Melastomataceae (5) y Solanaceae (2). *Hyeronima macrocarpa* presentó los valores más altos de índice de importancia (91.017%), así como de densidad, frecuencia y dominancia relativa, indicando su dominio en el bosque⁷³.

Camacho y Hernández (2000), en su estudio ecológico del bosque Altoandino en el Cerro de Mamapacha, Boyacá, emplearon el método de área mínima y parcelas; en seis parcelas de 32m² ubicadas aleatoriamente muestrearon los ejemplares con DAP > a 10cm para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI). Paralelamente, evaluaron 2 subparcelas 8m² cada una para el estudio de herbáceas de 8m² anotando altura total y cobertura. Registraron 76 especies correspondientes a 32 familias y 53 géneros. El mayor IVI correspondió a *Weinmannia silvatica* (97.84)⁷⁴.

Cadena *et al.* (2004), realizaron la caracterización y composición florística del bosque Altoandino en el Parque Nacional Natural El Cocuy, cordillera oriental Colombiana ubicada en el municipio de Guican, Boyacá, en el rango altitudinal entre 3692 y 4100 metros. Registraron un total de 1734 individuos, 27 especies y 25 géneros distribuidos en 15 familias, presentándose una marcada saturación de taxa en los 10 subtransectos.

⁷²GENTRY, A. comparación de la estructura y composición florística de dos fragmentos de bosque Altoandino. En: Diversidad biológica y dialogo de saberes. Cali. 1994. p 214.

⁷³PANTOJA, Op. Cit. p.5.

⁷⁴CAMACHO, A. HERNANDEZ, H. estudio ecológico del bosque altoandino en el Cerro de Mamapacha, Boyacá, 2000. escuela de biología. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

La distribución vertical arrojó que el 41.98% de los individuos corresponde al estrato arbustivo con prevalencia de las especies *Baccharis sp.*, *Rapanea sp.*, *Hesperomeles goudotiana*; el 32.87% corresponde al estrato herbáceo con dominio de la especie *Gynoxys trianae*; el 21.4% corresponde al estrato subarboreo, y el 3.58% corresponde al estrato arbóreo inferior dominado por la especie *Polylepis cuadrijuga*⁷⁵.

Samboni *et al.* (2004), estudiaron la caracterización y composición florística de un área boscosa de la vereda Hispala, Resguardo indígena de Puracé (Cauca); ubicado entre los 2750-2910 m.s.n.m. Encontraron 632 individuos pertenecientes a 107 especies, 65 géneros y 47 familias. Los valores más altos de densidad y frecuencia los presentaron *Palicourea amethystina* con 12.48 y 4.20, *Solanum sp.* con 7.58 y 3.36 y *Guarea kunthiana* con 3.95 y 2.52 respectivamente. Las especies más frecuentes fueron *Palicourea angustifolia* y *P. amethystina* y *Meriania sp.*⁷⁶.

3.1.4. Estudios a nivel Local

Narváez (1998)⁷⁷ desarrolló el estudio geográfico del volcán Doña Juana y su área adyacente, en el cual menciona algunos componentes de la vegetación de la zona, dando mayor énfasis a la vegetación del páramo. Encontró que la cobertura de vegetación natural en el Volcán Doña Juana es alta y comparada con otras áreas del páramo, es excepcional, pues ha tenido una intervención muy leve o nula en algunas partes. Con 70 muestras de especies colectadas logró caracterizar en forma general el flanco suroccidental del Volcán desde los 3000 hasta los 4250 m.s.n.m. Cabe resaltar que dentro de esta herborización se encontró una nueva especie de Asteraceae, a la cual S. Díaz & G. P. Méndez Ramírez la denominaron *Pentacalia fimbriifera*, este arbusto crece entre los 3200 y los 3600 m.s.n.m.

Díaz y Ramírez (2003), estudiaron los Aspectos Biogeográficos del páramo del Volcán Doña Juana, Flanco Occidental⁷⁸, encontraron que los grandes grupos de vegetación corresponden a bosques bajos con *Weinmannia mariquitae*; matorrales dominados por *Diplostephium floribundum*, pajonales con *Calamagrostis macrophylla*, *Calamagrostis recta*, frailejonales con *Espeletia pycnophylla*, chuscales densos de *Neurolepis acuminatissima*. Igualmente Díaz y Ramírez

⁷⁵CADENA, SILVA. et-al. Caracterización y composición florística del bosque altoandino en el parque Nacional Natural El Cocuy, Cordillera Oriental Colombiana. Facultad de ciencias agrarias y ambiente. Universidad francisco de Paula Santander.

⁷⁶SAMBONI, SANDOVAL. et-al. Caracterización y composición florística de un área boscosa de la vereda Hispana. Resguardo indígena de Purace, departamento del Cauca, 2004. En: RAMIREZ, et-al. III Congreso Colombiano de Botánica.

⁷⁷NARVAEZ, G. Estudio geográfico del volcán Doña Juana y su área adyacente. Una perspectiva ambiental. Santa fe de Bogotá, 1998. universidad Nacional de Colombia.

⁷⁸DIAZ, S. & RAMIREZ, B. Aspectos biogeográficos del páramo del volcán Doña Juana, flanco occidental. Departamento de Nariño. Rev.Aso. De cienc. Biolog. Vol. (15) p: 89-95. 2001. universidad del Quindío.

presentan información sobre la diversidad florística vascular y las relaciones fitogeográficas en el páramo situado en el flanco occidental del Volcán Cordillera Centro-Oriental de los Andes Colombianos⁷⁹.

Díaz (2001), evalúa el arreglo fitosociológico y la riqueza florística de la vegetación zonal del páramo del flanco occidental del Volcán Doña Juana, localizado en el ramal Centro-Oriental de los Andes del Sur de Colombia. Para definir las comunidades vegetales utilizó el enfoque de la escuela Zurich-Montpellier. En total se efectuaron 103 levantamientos de vegetación, y se registraron 228 especies, 115 géneros y 49 familias. Las familias más ricas en número de géneros y especies fueron: Asteraceae, Orchidaceae, Ericaceae, Poaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Rosaceae, Cyperaceae, Scrophulariaceae y Apiaceae⁸⁰.

En la reserva de Santa Helena municipio de La Cruz Nariño, Munar *et al.* (2004), realizaron una caracterización florística y fisionómica. Encontraron un total de 143 especies distribuidas en 97 géneros y 48 familias de plantas vasculares. 382 individuos con un DAP ≥ 1 cm pertenecientes a 53 especies, 33 géneros y 26 familias. Las familias con mayor número de especies son: Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae y Lauraceae. La familia Melastomataceae presenta el mayor número de especies. Las familias Rubiaceae y Melastomataceae presentan un total de 5 y 11 especies respectivamente, de las cuales *Palicourea amethystina* y *Miconia* sp. 2 son las más frecuentes. Las familias con mayor número de especies dentro de la zona estudiada, son aquellas típicas de las selvas de montaña reportadas por Gentry (1978) comunes en otras localidades Andinas de Colombia⁸¹.

Perdomo (2007), analizó la estructura, riqueza y composición florística de tres unidades de selva alto andina en las laderas de dos de los volcanes, del complejo volcánico Doña Juana, en las localidades de El Silencio, La Palma y La Honda, jurisdicción del departamento de Nariño. Las unidades de estudio se encuentran entre los 2900 y 3029 m.s.n.m. Encontró un total de 433 especies distribuidas en 225 géneros y 94 familias; Melastomataceae es la familia más diversa en las dos primeras localidades con 7 y 6 especies, respectivamente, mientras que Lauraceae con 5 especies, lo es para la última. Las tres unidades de selva solo comparten 8 especies pertenecientes a 7 géneros y 7 familias. El índice de similitud de Morisita-Horn, el coeficiente de Sorensen y los valores de complementariedad encontrando que hay una alta disimilitud en relación a las especies vegetales que ostentan, las unidades de El Silencio y La Honda son las

⁷⁹DIAZ, S. & RAMIREZ, B. Op. Cit.

⁸⁰DIAZ, S. Diversidad florística del páramo del Volcán Doña Juana, Cordillera Centro-oriental de los Andes Colombianos. Grupo de estudios en manejo de vida silvestre y conservación. 2001. Universidad del Cauca.

⁸¹MUNAR, CEVALLOS. et-al. Caracterización florística y fisionómica de la reserva de Santa Helena. La Cruz (N), 2004.

más disímiles, Las especies con mayor importancia ecológica corresponden a las de mayor cobertura, son: *Clusia multiflora* (El Silencio), *Weinmannia mariquitae* (La Palma) y *Ocotea heterochroma* (La Honda). En El Silencio *Miconia nodosa* es la especie con los valores relativos más altos de densidad y frecuencia⁸².

Baca, et al. (2008), realizaron la composición florística de plantas vasculares de los páramos del complejo volcánico Doña Juana. Se registraron un total de 82 familias distribuidas en 203 géneros y 457 especies, donde dominan las familias Asteraceae, Orchidaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Scrophulariaceae, Rosaceae, Poaceae y Rubiaceae. Las especies *Puya cuatrecasasii*, se encuentra en la categoría en peligro, *Brunellia putumayensis* en la categoría vulnerable y *Gaultheria erecta* como rara. *Ranunculus guzmanii* está en la categoría en peligro crítico, *Hymenophyllum plumierii* en la categoría vulnerable y *Lycopodiella penduliana* como rara. A través de este estudio se logro reportar 61 especies que no habían sido reportadas en otros estudios realizados en la zona⁸³.

En el Informe de Áreas Protegidas Subregional Norte SIRAP – NARIÑO, en relación a las formas de vida vegetal, se reporta que el cerro Chimayoy presenta pastos y hierbas en un 50 %, matorrales y arbustales en un 30% y bosque en un 20 %. Se manifiesta también una gran heterogeneidad del entorno en lo que respecta a potreros y cultivos. Entre los hábitos de crecimiento se reportan trepadoras, lianas, y epifitas como vicundos y orquídeas, con un grado de superficie cubierta de menos del 5% para cada una⁸⁴.

El bosque secundario del cerro Chimayoy (ubicado entre los 2000 y 3000 msnm.), presenta una densidad de cobertura escasa con un porcentaje inferior al 50% entre los 2000 y 2700 m.s.n.m. lo cual indica el grado de alteración o intervención drástica en el que se encuentra⁸⁵. Así mismo se ha identificado en el bosque dos tipos de estratos arbóreos, arbóreo superior y arbóreo inferior, siendo el sotobosque también escaso con un porcentaje menor del 50 %, y una altura del dosel categoría media con un promedio entre 15 y 25 metros. Existen un porcentaje de claros cercano al 50% en proceso de regeneración⁸⁶. Además de esta aproximación relacionada con la vegetación presente en el cerro Chimayoy, no se han realizado estudios florísticos estrictos hasta la fecha.

⁸²PERDOMO, L. Caracterización de la vegetación de tres unidades de selva alto andina del Complejo volcánico Doña Juana. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales exactas y de la educación. Departamento de Biología. 2007.

⁸³BACA, et al. Composición florística de plantas vasculares en los páramos del complejo volcánico Doña Juana, departamento de Nariño. En: revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas. XLIII Congreso nacional de ciencias biológicas 2008.

⁸⁴ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

⁸⁵ARTEAGA. Op. Cit. p 86.

⁸⁶ARTEAGA. Op. Cit. p 86.

4. METODOLOGÍA

4.1 AREA DE ESTUDIO - Cerro Chimayoy

El estudio se realizó en el Cerro Chimayoy entre las cotas de 2700 y 3000 m.s.n.m., éste se encuentra localizado entre los municipios de San Bernardo, Belén, La Unión y San Pedro de Cartago, Departamento de Nariño; las coordenadas geográficas son 1°33'43" Norte, 77°05'10,6" occidente. Actualmente posee, relieve ondulado y pendientes de 30 y 40% (Arteaga 2010)⁸⁷ (Figura 1).

Según el sistema de Holdridge, el cerro Chimayoy se encuentra en la provincia húmeda, comprende las zonas de vida bosque húmedo premontano (bh-PM) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB)⁸⁸. Según Cuatrecasas (1958) la formación vegetal del cerro corresponde a un Bosque Altoandino.

El cerro tiene una importante función biótica por constituirse en hábitat y/o refugio de fauna, en corredores ecológicos y zona de amortiguación del Parque nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel, además de su funcionalidad abiótica como regulador hídrico y sumidero de CO₂, de importancia para la zona norte.

Las fuentes de agua se encuentran parcialmente protegidas por vegetación natural, con acceso de animales domésticos en algunos sitios⁸⁹.

En la parte baja del cerro Chimayoy entre los 2000 y 2600 msnm., existen áreas dedicadas al pastoreo de ganado, con escasa cobertura vegetal arbórea y arbustiva. A medida que se asciende el cerro de Chimayoy, disminuye la presencia de sistemas silvopastoriles y aumenta la diversidad de árboles o arbustos, los cuales se encuentran cubiertos de plantas trepadoras, lianas, y epifitas como Vicundos y orquídeas⁹⁰.

⁸⁷ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

⁸⁸P.O.T. Municipio de San Bernardo 2003-2007.

⁸⁹ARTEAGA. Op. Cit. p 85.

⁹⁰ARTEAGA. Op. Cit. p 85.

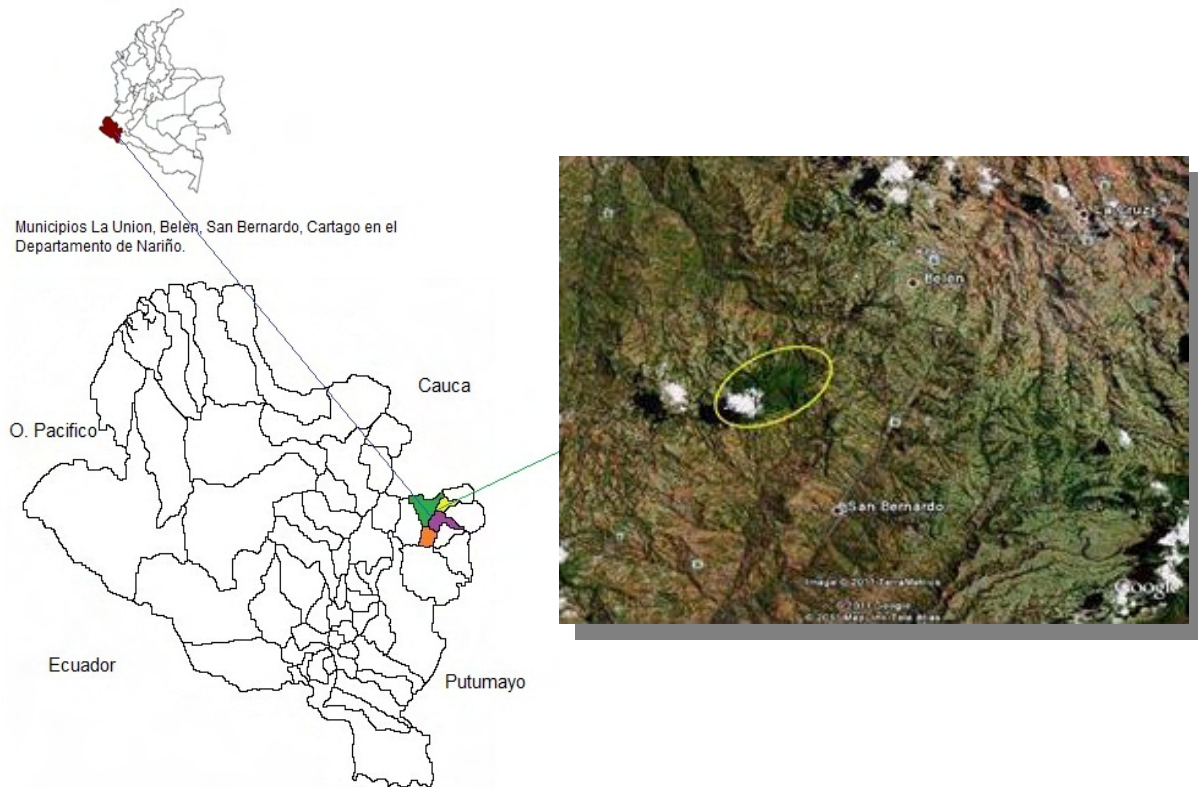


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio, Cerro Chimayoy, Nariño-Colombia; escala 1:19000.

El bosque del cerro Chimayoy manifiesta un grado de alteración o intervención drástica, y se considera que su fragilidad o vulnerabilidad ante la intervención antrópica es alta especialmente hasta los 2700 msnm (Arteaga 2010). Apoyada en observaciones de campo y la recolección de información secundaria se establece que entre las especies animales que tienen su hábitat en los ecosistemas del cerro de chimayoy se encuentran aves como pavas *Penelope* sp., chiguacos *Turdus fuscater*, mirlos *Turdus* sp., torcazas *Leptotilla* sp., curillos *Icterus chrysater*, cucaracheros *Troglodytes* sp., golondrinas *Notiochelidon cyanoleuca*, paletón verde *Aulacorhynchus prasinus*, azulejos *Thraupis episcopus* y *Tangara* sp., Gavilán *Buteo* sp, Gallinazo *Coragyps* sp., Gorriones *Zonotrichia capensis*, Tórtolas *Zenaida* sp., Periquillo *Torpus* sp., Colibrí *Coeligena* sp., Carpintero *Melanerpes formicivorus*, Búho *Otus choliba*, Garrapatero *Milvago chimachina*, entre los mamíferos más frecuentemente encontrados están las ardillas grises y coloradas *Sciurus* sp., armadillo pequeño *Dasypus* sp., erizo *Nasuella* sp., chucha o raposa *Didelphis albiventris*, murciélagos *Lonchophyla* sp., ratones *Thomomys* sp., zorro *Speothos* sp., conejos *Sylvilagus* sp., Gatos de

Monte, chucur *Mustela* sp.; con relación a la presencia de reptiles y anfibios, aunque la zona presenta unas condiciones de alta humedad, sus bajas temperaturas no permiten la presencia de una buena representatividad de los mismos, manifestándose una baja diversidad, de sapos, ranas, lagartijas, serpientes falsa Coral *Lapropeltis triangulum*, y otras de la familia colubridae. La presencia de artrópodos es alta encontrándose buena representatividad de mariposas, avispas, hormigas, grillos, escarabajos, diplópodos, arañas, chinches, entre otros.

El cerro se caracteriza por presentar rocas pertenecientes a las eras precámbrica, cenozoica y periodo cuaternario. La cercanía a los volcanes Doña Juana y Galeras hace que la región involucrada en este estudio presente un alto contenido de cenizas volcánicas que recubren el material parental que originó los suelos de la región⁹¹.

Hidrografía:

De acuerdo con Arteaga (2010) y la corporación regional autónoma de Nariño (CORPONARIÑO) con sede en La Cruz, las principales fuentes hídricas, que nacen sobre este cerro son:

Quebrada Cusillos. Hace parte del corregimiento de Cusillos, su cauce principal y afluentes pasan por las veredas de Rincón Cusillos, Cusillo Bajo y Alto y las Palmas. Su nacimiento esta entre La Unión y San Pedro de Cartago a 2900 m.s.n.m y desemboca en el Rio Mayo.

Esta quebrada es de importancia para el municipio de La Unión, pues es la que abastece de agua el acueducto de la cabecera municipal.

Quebrada El Diviso. Hace parte del corregimiento de los Cusillos, se ubica entre los 1800 y más de 2800 m.s.n.m., El cauce principal se denomina el Diviso y desemboca en la quebrada Cusillo. A esta microcuenca la conforman 8 afluentes secundarios entre ellos las quebradas Tajamana y El pichuelo. Abastece las veredas El Rincon, cusillo y El Chilcal (La Unión).

Quebrada La Chorrera. Pertenece al municipio de San Pedro de Cartago, su nacimiento se encuentra a los 2600 m.s.n.m.; esta fuente hídrica abastece acueductos veredales del Municipio de Cartago entre las que se encuentran: vereda la Chorrera, parte alta del Chilcal.

Quebrada Junín cerritos. Nace a los 3000 m.s.n.m., hace parte de la vereda Junín, a la cual abastece, al acueducto de la vereda San Antonio bajo, parte de la vereda

⁹¹NARVÁEZ, G. Estudio geográfico del Volcán Doña Juana y su área adyacente. Municipio de la Cruz. Universidad del Cauca 1998.

Pindal (San Bernardo) además suministra agua al sistema de riego de los municipios San Bernardo y Albán. En su recorrido se une con otras fuentes que desembocan en el Río Quiña.

Quebrada Los Molinos, Se encuentra ubicada al Nororiente de la cabecera municipal de Belén por encima de los 2600 m.s.n.m. de altitud; los habitantes del sector de San Antonio, el Carmen, la parte baja de la vereda La Esperanza y el municipio de Belén son quienes se benefician de esta fuente hídrica que desemboca directamente al Río Mayo.

Parcialmente estas fuentes hídricas están protegidas por vegetación natural pero tienen acceso de animales domésticos en algunos sitios y lo más grave es el vertimiento de agroquímicos de uso excesivo muy cerca de las fuentes de agua y acumulación de residuos sólidos.

4.2.1 Municipio de La Unión

El Municipio de La Unión se encuentra localizado al Nororiente del Departamento de Nariño, a una distancia de 92 Kms de la ciudad de Pasto. Sus coordenadas son: 1° 26' 06" de Latitud Norte y a 77° 80' 15" de longitud Oeste. Tiene una superficie de 163 Km², limita al Norte con el Municipio de Mercaderes (Cauca), al Sur con el Municipio de San Pedro de Cartago, al Oriente con los Municipios de Belén, Colon, Génova, San Pablo y al Occidente con el Municipio de San Lorenzo. Su temperatura promedio oscila entre 18°C y 24°C, con una humedad relativa de 76%⁹².

Los suelos son de textura franco arenoso, de origen volcánico, con buena permeabilidad y aptos para la actividad agrícola. La base de la economía es la agricultura, se destaca el cultivo de café (80-90%), siendo este Municipio el primer productor a nivel departamental; también son importantes el cultivo de banano, plátano, tomate, caña de azúcar. Igualmente los cultivos de fique para la producción de cabuya, son de gran representación.

4.2.2 Municipio de San Pedro de Cartago

El municipio se encuentra ubicado al Noroccidente del departamento de Nariño, a 01 grado 55' 25" de latitud al Norte del Ecuador y a los 77 grados 07'55" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. Forma parte de la Ecoregión Alto Patía del Macizo Colombiano. La cabecera Municipal se encuentra a 2000 msnm. Tiene una extensión aproximada de 59,64 Km². Posee una temperatura promedio de 18°C.

⁹²Plan de desarrollo municipal de la Unión Nariño 2008-2011.

La principal actividad socioeconómica se basa en las actividades agropecuarias: en este sector la producción agrícola ocupa el 83,3% y la ganadería el 16,7%; los principales cultivos son: café, la mora, caña, fique siendo este último la principal fuente de ingresos del municipio avanzando rápidamente hacia las partes altas. En el sector minero se destaca la presencia de ladrilleras.

A nivel de amenazas antrópicas, en el municipio se presenta en forma generalizada la tala y quema, el sobrepastoreo y el establecimiento de cultivos limpios que afectan considerablemente los recursos naturales⁹³.

4.2.3 Municipio de San Bernardo

El municipio se ubica en la región norte del departamento de Nariño, localizado a 1° 30' 00" de latitud norte y 72° 02' 00" longitud occidental. El casco urbano del municipio se encuentra a 75 kilómetros al noreste de la capital del departamento de Nariño, a una altura de 2100 m.s.n.m. La mayor parte de su territorio es montañoso, presenta un relieve quebrado con una extensión aproximada de 64 km², destacándose como accidentes orográficos el Volcán Doña Juana, el Cerro de Chimayoy, Las Cuchillas de Aguacillas, La Línea y Cuambial; este territorio pertenece a la subregión del río Mayo el cual se encuentra influenciado por las cuencas hidrográficas del río Mayo al norte y por el sur con el Río Juanambú⁹⁴.

Los suelos son bien evolucionados y por sus altas pendientes 15-20% son bien drenados, en las partes de los valles existe buena capacidad de materia orgánica. Son suelos moderadamente profundos y de textura franco fino a francos gruesos, muy ácidos y muy bajos en bases.

La economía del municipio se basa en la agricultura y la ganadería, obteniendo como productos principales fique 500 Ha, maíz 370 Ha, café 257 Ha, frijol 25 Ha, arveja 20 Ha; en el sector ganadero cuenta con 711 cabezas de ganado bovino de las cuales 290 producen un promedio de 2.030 litros de leche diarios.

4.2.4 Municipio de Belén

El municipio se encuentra localizado al Nororiente del departamento de Nariño en la región andina, a una distancia de 92 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto. El municipio tiene una extensión total de 33.5372 km². El territorio municipal se extiende a lado y lado de elevaciones alineadas desde el cerro El Dinde hacia el cerro el Púlpito, incluyendo el cerro Chimayoy y el cerro Negro. La

⁹³PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2008-2011

⁹⁴P.O.T. Municipio de San Bernardo 2008-2011

economía del municipio de Belén depende en un 100% de la curtiembre de pieles, marroquinería y del comercio de productos de cuero⁹⁵.

4.3. TRABAJO DE CAMPO

4.3.1. Muestreo de plantas

Para estimar la composición y estructura del bosque, se empleó el método del transecto del cinturón, propuesto por Gentry en 1982⁹⁶. Se trazaron 5 transectos de 50 m de largo por 2 m de ancho (100 m²) en cada una de las cuatro cotas estudiadas; 2700, 2800, 2900 y 3000 m.s.n.m. Así, el área total estudiada fue de 2000 m² (0,2 ha). La ubicación de los transectos se realizó después de realizar un premuestreo por todo el cerro Chimayoy. Se identificaron las zonas más boscosas y a partir de un muestreo aleatorio estratificado según las cotas altitudinales (Mostacedo y Frederiksen 2000), se seleccionó al azar la localización de los transectos en cada cota. Se censaron aquellos individuos con DAP superior a 2,54 cm (1 pulgada) y a cada uno de ellos se les estimó la altura y se les midió el área basal.

4.3.2. Herborización

El muestreo en el campo se llevó a cabo entre los meses de septiembre y octubre de 2010, en la fase de campo se colectaron tres muestras por cada individuo. Para cada uno se anotaron los siguientes datos: color de corteza, color de flores, frutos, presencia o no de exudado y sitio preferente de crecimiento (dentro o fuera del bosque). Cada muestra se prensó en hojas de papel periódico se enumeró y se roció con alcohol al 70%. Posteriormente, el material vegetal colectado se llevó al Herbario PSO de la Universidad de Nariño. La desecación de los ejemplares se hizo en el horno a una temperatura de 80° C, durante 24 horas.

4.4. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

4.4.1. Identificación Taxonómica para el Inventario Florístico

Para determinar las muestras vegetales se emplearon claves botánicas, se hicieron comparaciones con ejemplares del herbario PSO de la Universidad de Nariño y se acudió a profesionales docentes de la Universidad de Nariño. La nomenclatura de las especies fue consultada en la página web del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/>).

⁹⁵Plan de Desarrollo municipal de Belén Nariño 2008-2011.

⁹⁶GENTRY A. 1982. Citado por SILVERSTONE, P.A. 1998. Guía de metodología para el Laboratorio de Ecología Vegetal. Universidad del Valle.

4.4.2. Estructura Vertical

Se realizaron tablas de abundancia de árboles y arbustos en el cerro Chimayoy, separándolos por cota altitudinal, clasificándolos por altura y diámetro a la altura del pecho (DAP). Para altura y diámetros de los árboles y arbustos se definieron intervalos en las distribuciones o clases, teniendo en cuenta que algunos autores proponen tomar cinco o más y doce como un número muy aceptable de rangos de distribución (Melo, 1996). Para definir si se trataba de árbol o arbusto, se tuvo en cuenta la definición propuesta por Rangel (1995):

- *Árboles*: planta perenne, de tallo leñoso, que se ramifica a cierta altura del suelo. El término hace referencia habitualmente a aquellas plantas cuya altura es ≥ 5 m de altura.
- *Arbustos*: planta leñosa de cierto porte cuando, a diferencia de lo que es propio de un árbol, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base; cuya altura es < 5 m de altura⁹⁷.

Se debe aclarar que para arbustos, algunos individuos superaron la altura de 5 metros típica de este hábito de crecimiento; esto se debe a que las ramas juveniles de algunas especies de arbustos trepan sobre los árboles para recibir mayor luminosidad. Por otro lado, también se encontraron especies de hábito arbóreo que de acuerdo a su clase natural de edad algunos individuos presentaron aturas menores de 5 metros correspondiendo a brinzales y latizales (Rojas 1975, Dubois 1980)^{98,99}.

Tabla 1. Distribución de clases de Altura y su rango en metros para arbustos y árboles.

Arbustos		Arboles	
Clases de Altura	Rango en Metros	Clases de Altura	Rango en Metros
I	1.5-2.5	I	1.5-2.5
II	2.6-3.5	II	2.6-3.5
III	3.6-4.5	III	3.6-4.5
IV	4.6-5.5	IV	4.6-5.5
V	5.6	V	5.6-6.5
		VI	6.6-7.5
		VII	7.6-8.5
		VIII	8.6-9.5
		IX	9.6-10.5
		X	10.6

⁹⁷RANGEL, O. Colombia. Diversidad Biótica I y II. Tipos de vegetación en Colombia. Santa fe de Bogotá. Guadalupe, Pág. 93 a 197. 1995.

⁹⁸ROJAS, A. M. Un enfoque para el estudio de la regeneración natural de los bosques húmedos de Colombia. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 18 P. 1975.

⁹⁹DUBOIS, J. 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales, por sistemas naturales y seminaturales. 38 P.

Tabla 2. Distribución de clases de diámetros y su rango en centímetros para arbustos y árboles.

Arbustos		Árboles	
Clases diamétricas	Rango en centímetros	Clases diamétricas	Rango en centímetros
I	2.5-3.5	I	2.5-5.0
II	3.6-4.5	II	5.1-7.6
III	4.6-5.5	III	7.7-10.2
IV	4.6-5.5	IV	10.3-12.8
		V	12.9-15.4
		VI	15.5-18.0
		VII	18.1-20.6
		VIII	20.7-23.2
		IX	23.3-25.8
		X	≥25.9

Perfiles de Vegetación: se realizaron representaciones gráficas fisonómico-estructurales utilizando la información de dos parcelas contrastantes de acuerdo a los índices de similitud, las plantas presentes se dibujan a escala y con base en algunos bocetos hechos en campo se da forma a las copas.

4.4.3 Estructura Horizontal

4.4.3.1 Variables fitosociológicas discretas

Para el análisis de los datos se emplearon los programas EXCEL y PAST. Se tuvo en cuenta la literatura de Matteucci, & Colma (1982), Caviedes (1999), Barbour (1987), Mostacedo, b. y Fredericksen t. (2000) para las siguientes variables:

Densidad Total (DT). Se define como el número total de individuos (n) de todas las especies dividido por el área total (A)¹⁰⁰.

$$DT = \frac{\sum n}{A}$$

Densidad de una especie i (D_i). Es el número de individuos de una especie i (n_i) dividido por el área total (A)¹⁰¹. En este trabajo se expresa como número de individuos por hectárea.

¹⁰⁰MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía. Secretaria general de la OEA. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington. 1982.

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

Densidad relativa de una especie (DR_i). Se refiere a la densidad de la especie D_i , dividida sobre la Densidad de todas las especies (DT)¹⁰². Se expresa en un valor porcentual.

$$DR_i = \frac{D_i}{\sum DT} * 100$$

Para el análisis de la densidad se evaluaron los individuos de acuerdo a lo propuesto por Caviedes (Tabla 3) en valores porcentuales.

Tabla 3. Caracterización de las especies de acuerdo a su densidad relativa (según Caviedes, 1999) .

Densidad Relativa (%)	Característica
<1	Pobre
>1-10	Escasa
>10-25	No numerosa
>25-50	Abundante
>50	Muy abundante/Dominante

Frecuencia absoluta de una especie (F_i). Se define como la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada utilizando una unidad de muestreo definida. Se expresa como el número de unidades de muestreo (P) donde se encuentra la especie dividido por el número total de unidades muestrales (T)¹⁰³.

$$F_i = \frac{P}{T}$$

Frecuencia relativa de una especie (FR_i). Es la frecuencia de la especie i (F_i) dividida por la suma de las frecuencias de todas las especies (F_r)¹⁰⁴. Se expresa en valor porcentual.

$$FR_i = \frac{F_i}{\sum F_r} * 100$$

¹⁰¹MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Op. Cit.

¹⁰²MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Op. Cit.

¹⁰³MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Op. Cit.

¹⁰⁴MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Op. Cit.

Para interpretar la frecuencia se tuvo en cuenta lo propuesto por Caviedes (1999), (Tabla 4) en valores porcentuales tomando como referencia la frecuencia absoluta.

Tabla 4. Caracterización de las especies de acuerdo a su frecuencia absoluta (Según Caviedes, 1999) .

Frecuencia Absoluta (%)	Característica
>0-20	Rara
>20-40	Ocasional
>40-60	Habitual
>60-80	Frecuente
>80	Común

4.4.3.2 Variables fitosociológicas combinadas

Cobertura de una especie (C_i). Sirve para determinar la dominancia de las especies, Es la proporción de suelo ocupado por cierta especie en relación con el área de estudio. Se expresa en valor porcentual.

$$C_i = \frac{l_i}{L} * 100$$

Dónde:

l_i = espacio ocupado por la especie i , en términos de área basal.

L = área total del transecto

A partir del DAP (diámetro del tronco a 1.3 m por encima del suelo) es posible calcular el Área Basal (AB)^{105,106}. Esta variable se expresa como área de los árboles en metros cuadrados.

$$AB = \frac{\pi}{4} (DAP^2)$$

Cobertura relativa de una especie (CR_i). Es la cobertura de una especie C_i dividida por la suma de las coberturas de todas las especies. Se expresa en valor porcentual.

$$CR_i = \frac{C_i}{\sum C} * 100$$

¹⁰⁵BARBOUR, M.G., J.H. BURK, AND W.D. PITTS. Terrestrial Plant Ecology. Chapter 9: Method of sampling the plant community. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publishing Co.; 1987

¹⁰⁶ MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal. Editora El País, Santa Cruz, Bolivia.

Índice de Valor de importancia (IV_i). Es una estimación de la importancia de una especie i en la comunidad; su valor se expresa como la suma de la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa. El valor máximo que alcanza este índice es de 300¹⁰⁷.

$$IV_i = DR_i + F_i + CR_i$$

Porcentaje de Valor de importancia de la especie (% IV_i).

$$\% IV = \frac{IV_i}{3} * 100$$

Índice de Valor de importancia de familia (IV_f). Es una estimación de la importancia de una familia en una comunidad; se calcula como la suma de la densidad relativa, la frecuencia relativa y la cobertura relativa; su valor máximo es de 300.

$$IV_f = DR_f + F_f + CR_f$$

Porcentaje de Valor de importancia de la familia (% IV_f).

$$\% IV_f = \frac{IV_f}{3} * 100$$

Histogramas de frecuencia: Son otra forma de evaluación de la estructura horizontal en los ecosistemas boscosos, los cuales se generan a partir de la agrupación de las especies en cinco categorías o clases de frecuencia absoluta. Los histogramas de frecuencia con valores altos en las clases IV - V y valores bajos en I - II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida, mientras que altos valores en las clases I - II, indican una heterogeneidad florística acentuada. La definición de las clases de frecuencia para la construcción de los histogramas se realiza de la siguiente manera¹⁰⁸:

Categoría I; cuando la frecuencia absoluta de la especie está entre el 1 - 20 %

Categoría II; cuando la frecuencia absoluta de la especie está entre el 21 - 40 %

¹⁰⁷ MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. Op. Cit.

¹⁰⁸ MELO, O.A. y VARGAS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. 2002, 235 P.

Categoría III; cuando la frecuencia absoluta de la especie está entre el 41 - 60 %
 Categoría IV; cuando la frecuencia absoluta de la especie está entre el 61 - 80 %
 Categoría V; cuando la frecuencia absoluta de la especie está entre el 81 -100 %

4.4.4. Medidas de diversidad Alfa

Para la evaluación de la diversidad dentro de un ecosistema en particular se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies.

4.4.4.1 Evaluación de la riqueza de especies: Se utilizan esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como curvas de acumulación de especies, éstas se construyen a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre una serie de unidades de muestreo o subparcelas. Es de gran utilidad para realizar comparaciones de la riqueza de especies entre diferentes tipos de bosque, siempre y cuando los muestreos tengan áreas equivalentes y las categorías mínimas de medición sean iguales. Con base en esta aproximación, se analizó cualitativamente la diversidad de cada comunidad (cota). Con el propósito de describir gráficamente el patrón de diversidad de una comunidad. El eje Y corresponde a la abundancia (en escala logarítmica) y el eje X es el rango de importancia de cada especie (en escala aritmética).

4.4.4.2 Índices basados en la abundancia relativa de especies

Índice de Simpson (λ)¹⁰⁹. Este índice cuantifica la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente pertenezcan a la misma especie. En la medida que incrementa la heterogeneidad por aumento en la uniformidad y/o riqueza de especies, disminuye el valor de λ . Se expresa como:

$$\lambda = \sum (n^2/N^2)$$

Dónde: n = número de individuos de la especie
 N = número de individuos en la muestra

Es importante destacar que λ es una medida de dominancia, por lo que una media adecuada de la diversidad con base en λ sería:

$$\Delta_s = 1 - \lambda$$

¹⁰⁹CAVIEDES, C. BLANCA, M. Manual de métodos y procedimientos estadísticos. (Alberto Ramírez).1999.

Índice de Shannon Weiner (H')¹¹⁰. Este índice es una medida directa del grado de incertidumbre que existe para predecir la especie a la cual pertenece un individuo extraído aleatoriamente de una comunidad. Combina los dos componentes de la diversidad; (i) la riqueza de especies (S) y (ii) la uniformidad. Así, el máximo valor que toma este índice es el Logaritmo de S, donde S es la riqueza de especies.

$$H' = -\sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \text{Log} \frac{N_i}{N}$$

Donde: S= Número de especies o taxones
 Ni= Número de individuos de cada especie
 N= Número total de individuos

Para interpretar la diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Weinner, se siguió la propuesta de Caviedes.

Tabla 5. Interpretación de la diversidad según índice de Shannon – Wiener .

H'	CARACTERÍSTICA
< 1	Muy baja diversidad
> 1 – 1.8	Baja diversidad
> 1.8 – 2.1	Diversidad media
> 2.1 – 2.3	Alta diversidad
> 2.3	Muy alta diversidad

Índice de equitabilidad de Pielou (J')¹¹¹ Es una medida de la distribución de los tamaños de población de las respectivas especies. J es maximizada a medida que los tamaños de población de las especies se aproximan a la igualdad.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde, $H'_{max} = \ln S$

Prueba de Kruskal-Wallis (estadístico H). Las diferencias en diversidad entre las cuatro cotas se evaluaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis (estadístico H); es un análisis de varianza no paramétrico que compara tres o más grupos de datos

¹¹⁰CAVIEDES, C. BLANCA. Op. Cit.

¹¹¹CAVIEDES, C. BLANCA. Op. Cit.

simultáneamente, indicando si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de cada grupo; una diferencia significativa (P 0,05) puede interpretarse como que sólo un hábitat es lo suficientemente diferente del resto, o como que todos son diferentes entre sí.

4.4.4.3 Curva de abundancia de especies: con base en esta aproximación, se analizó cualitativamente la diversidad de cada comunidad (cota). Con el propósito de describir gráficamente el patrón de diversidad de una comunidad se utilizó la curva de abundancia relativa. El eje Y corresponde a la abundancia (en escala logarítmica) y el eje X es el rango de importancia de cada especie (en escala aritmética).

4.4.5 Coeficiente de Similaridad

De acuerdo con Mostacedo y Frederick (2000), los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad Beta). Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo, para comparar las comunidades de plantas de micrositios con distintos grados de perturbación (por ejemplo: bosque perturbado vs. bosque poco perturbado). Existen muchos índices de similaridad, pero, los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados; entre éstos están el índice de Sorensen, índice de Jaccard y el índice de Morisita- Horn. Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ ausencia) o datos cuantitativos (abundancia).

Índice de Sorensen (C_s)¹¹²: compara especies de dos comunidades sin tener en cuenta sus abundancias. Toma valores entre 0 y 1, siendo 0 el valor para la máxima betadiversidad y 1 cuando las comunidades comparten todas las especies y son similares.

$$C_s = \frac{2c}{N_1 + N_2}$$

Donde: c= número de especies compartidas por las comunidades
N= número de individuos de la comunidad 1 o 2

Índice de similitud de Morisita-Horn¹¹³: El índice de similitud de Morisita está basado en el índice de dominancia de Simpson. Así, para la comunidad 1 este índice toma el valor:

¹¹²MELO, O. y VARGAS, R. 2002. Evaluación ecológica y Silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 235p.

¹¹³MELO, O. y VARGAS, R. Op. Cit.

$$l_1 = \frac{\sum x_i(x_i - 1)}{N_1(N_1 - 1)}$$

Dónde: x_i = número de individuos de la especie i en la comunidad 1
 N = número de individuos de la comunidad 1

La expresión anterior es la probabilidad que al extraer dos individuos de la muestra 1 pertenezcan a la misma especie. Entonces, el índice de similitud de Morisita-Horn toma la expresión:

$$I_M = \frac{2\sum x_i y_i}{(l_1 + l_2)N_1 N_2}$$

Análisis de agrupamiento (Cluster Analysis). Este método se utilizó para descubrir las posibles asociaciones entre la composición de la vegetación de las cotas estudiadas. Se construyó un dendograma como resumen del proceso de agrupación del análisis cluster obtenido al evaluar las abundancias de cada especie en cada una de las cotas estudiadas, utilizando el coeficiente de similaridad de Bray-Curtis proporcionado por el paquete estadístico PAST.

4.4.6. Patrón de distribución espacial

Índice de dispersión de Morisita (I_d)¹¹⁴. Este índice permite conocer la ubicación de los individuos de la población con relación a la ubicación de los otros individuos de la misma población.

$$I_d = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N - 1)}$$

Donde,

n = número de transectos en cada cota.

N = número total de individuos por especie en todos los cuadrados.

$\sum x^2$ = la suma de los números al cuadrado de individuos para cada cuadrado.

Adquiere valores entre 1 y -1 y la interpretación se realiza de acuerdo al siguiente criterio:

¹¹⁴MONTANEZ, R; ESCUDERO, C; Y DUQUE, A.2011. Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 63(2): 5629-5638.

$I_d = 1,0$ si la distribución es aleatoria
 $I_d = 0$ si la distribución es uniforme
 $I_d > 1$ si la distribución es agregada.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Inventario Florístico

En el Cerro Chimayoy se registraron 836 individuos que corresponden a 54 morfoespecies pertenecientes a 45 géneros y 31 familias. El 80% de las morfoespecies se determinó hasta especie y el 20% únicamente hasta género.

De las 31 familias encontradas, 24 (77,4%) son Eudicotiledóneas; en estas familias se encontró casi el 85% de los géneros y el 87% de las especies encontradas en el Cerro Chimayoy. Las Magnólidas estuvieron representadas por 2 familias, 2 géneros y 2 especies, mientras que las Monocotiledóneas, las Angiospermas basales (familia Chlorantaceae) y las Gimnospermas estuvieron representadas por 1 especie cada una. En el Cerro también se encontraron dos especies de helechos pertenecientes a dos familias diferentes (Tabla 6).

Tabla 6. Familias, géneros y especies del cerro Chimayoy

	No. Familias (%)	No. Géneros (%)	No. Especies (%)
Helechos	2 (6,5)	2 (4,4)	2 (3,7)
Gimnospermas	1 (3,2)	1 (2,2)	1 (1,9)
Angiospermas			
Angiospermas basales	1 (3,2)	1 (2,2)	1 (1,9)
Magnólidas	2 (6,5)	2 (4,4)	2 (3,7)
Monocotiledóneas	1 (3,2)	1 (2,2)	1 (1,9)
Eudicotiledóneas	24 (77,4)	38 (84,4)	47 (87,0)
Total	31	45	54

El grupo taxonómico más representativo en el muestreo realizado en el cerro Chimayoy fue el de las Eudicotiledóneas, constituyendo el 78% de las familias encontradas. Esto era de esperarse puesto que las especificaciones del sistema de muestreo utilizado (vegetación con DAP mayor a 2,54 cm), excluyen a la mayoría de plantas vasculares herbáceas y plantas no vasculares que hacen parte de otros grupos taxonómicos, igualmente porque el clado de las eudicotiledóneas incluye a la mayoría consideradas antiguamente dentro del grupo parafilético de las dicotiledóneas, y es uno de los grupos con más especies en la naturaleza (Donoghue, M.J. et al 2007)¹¹⁵. Sin embargo, es importante resaltar que en la zona de estudio se encontraron especies de orquídeas, anturios y otras monocotiledóneas, líquenes, musgos, hepáticas y pteridofitos de gran importancia en este tipo de ecosistemas.

¹¹⁵ DONOGHUE M.J. et al 2007. *Eudicotyledoneae*: new clade name. *En*: P.D. Cantino, J.A. Doyle, S.W. Graham, W. S. Judd, R.G. Olmstead, D. E. Soltis, P.S. Soltis & M.J. Donoghue. 2007. Towards a phylogenetic nomenclature of Tracheophyta. *Taxon* 56 (3) 822–846. Pag. E 26

La familia Asteraceae posee el mayor número de especies (6): *Baccharis latifolia*, *Baccharis granadina*, *Bidens segetum*, *Clibadium surinamense*, *Critoniopsis* sp. y *Liabum igniarium*. Le sigue la familia Melastomataceae con 5 especies: *Meriania splendens*, *Miconia denticulata*, *Tibouchina mollis*, *Clidemia* sp. y *Meriania* sp. Las familias Ericaceae, Myrsinaceae y Rubiaceae tienen 4 especies cada una, Cunnoniaceae, Actinidaceae, Lamiaceae, Myricaceae y Solanaceae presentan 2 especies cada una y las 21 (68%) familias restantes contienen sólo una especie (Figura 2 y Tabla 7).

Asteraceae fue la familia con mayor número de géneros (5), seguida por las familias Ericaceae y Melastomataceae (4 géneros cada una). La mayoría de las familias (24) estuvieron representadas por un sólo género, mientras que 4 familias contenían dos géneros cada una (Figura 2).

Freziera canescens de la familia Theaceae fue la especie con mayor número de individuos registrados (79) representando el 9,4% de la flora total, seguida por *Weinmannia pubescens* (72), *Roupala pachipoda* y *Viburnum triphyllum* (53 individuos cada una), *Miconia denticulata* (51), *Clusia multiflora* (50), *Hyeronima macrocarpa* (45) y *Hedyosmum goudotianum* (41). Las ocho especies representaron más de la mitad (53%) de la flora del Cerro Chimayoy (Tabla 6).

Figura 2. Relación de especies, géneros y familias encontrados en el Cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.

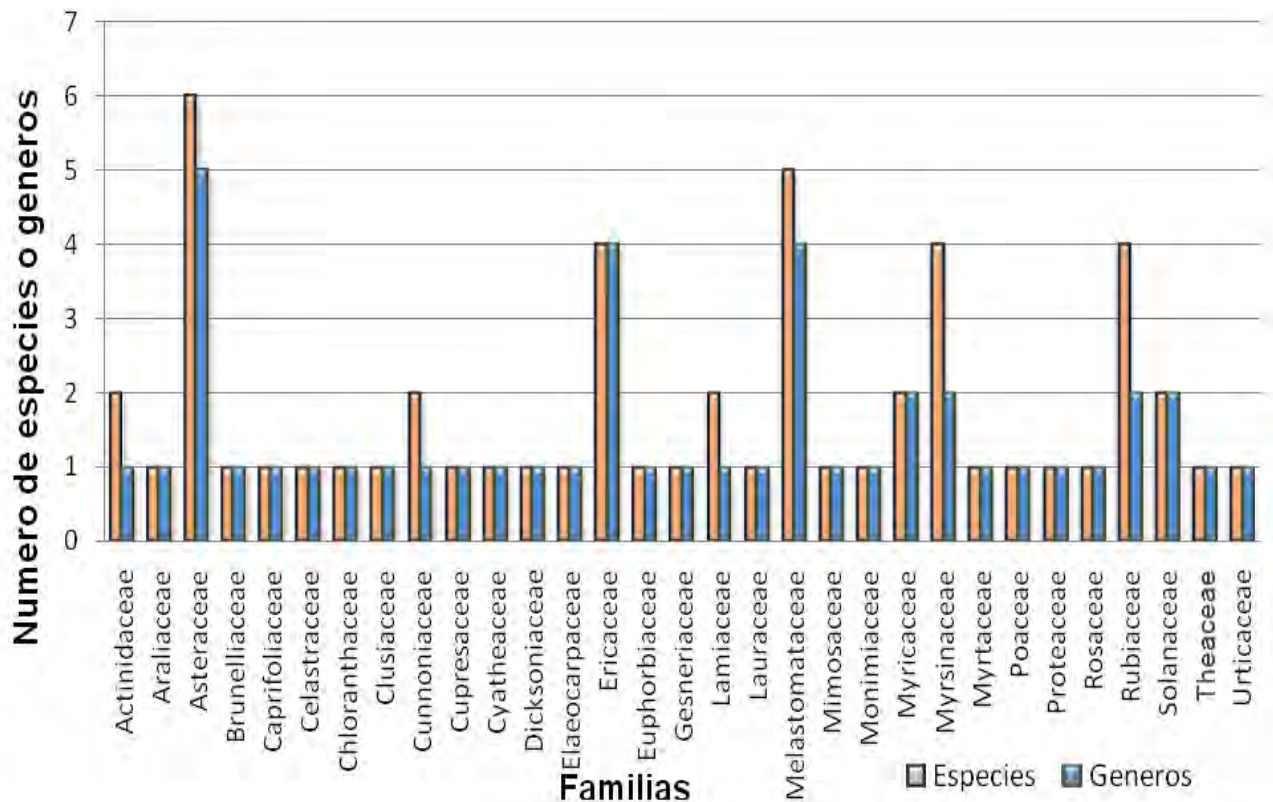


Tabla 7. Lista de especies encontradas en las cotas estudiadas en el Cerro Chimayoy

Familia	# especies	Especie	2700	2800	2900	3000	Total	%
Actinidaceae	2	<i>Saurauia brachybotys</i> Turcz	5	11	4	15	35	4,2
		<i>Saurauia</i> sp.	0	0	2	5	7	0,8
Araliaceae	1	<i>Oreopanax nigrum</i> Cuatrec.	0	4	18	12	34	4,1
Asteraceae	6	<i>Baccharis granadina</i> Cuatrec.	0	0	0	1	1	0,1
		<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8	0	0	0	8	1,0
		<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	0	1	0	0	1	0,1
		<i>Clibadium surinamense</i> L.	0	0	0	1	1	0,1
		<i>Critoniopsis</i> sp.	0	0	4	0	4	0,5
		<i>Liabum igniarium</i> (Bonpl.) Less.	3	1	0	0	4	0,5
Brunelliaceae	1	<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatrec.	0	1	0	0	1	0,1
Caprifoliaceae	1	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	3	1	9	40	53	6,3
Celastraceae	1	<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	0	1	0	0	1	0,1
Chloranthaceae	1	<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms.	0	32	8	1	41	4,9
Clusiaceae	1	<i>Clusia multiflora</i> Kunth.	5	11	21	13	50	6,0
Cunnoniaceae	2	<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth.	0	2	2	6	10	1,2
		<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	19	15	18	20	72	8,6
Cupresaceae	1	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	9	0	0	0	9	1,1
Cyatheaceae	1	<i>Cyathea</i> sp.	0	3	11	1	15	1,8
Dicksoniaceae	1	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	1	0	0	0	1	0,1
Elaeocarpaceae	1	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	0	3	10	10	23	2,8
Ericaceae	4	<i>Bejaria glauca</i> Bonpl.	0	0	7	19	26	3,1
		<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.) Hoer	4	0	0	0	4	0,5
		<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	0	0	0	3	3	0,4
		<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	0	13	3	0	16	1,9
Euphorbiaceae	1	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Schltr.	0	2	17	26	45	5,4
Gesneriaceae	1	<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	0	0	2	0	2	0,2
Lamiaceae	2	<i>Lepechinia</i> sp.	3	0	0	0	3	0,4

Familia	# especies	Especie	2700	2800	2900	3000	Total	%
		<i>Lepechinia vulcanicola</i> J.R.I. Wood	10	1	0	0	11	1,3
Lauraceae	1	<i>Persea americana</i> Mill.	1	0	0	0	1	0,1
Melastomataceae	5	<i>Clidemia</i> sp.	0	1	0	0	1	0,1
		<i>Meriania</i> sp.	0	0	2	0	2	0,2
		<i>Meriania splendens</i> Triana	0	3	0	0	3	0,4
		<i>Miconia denticulata</i> Naudin	0	1	25	25	51	6,1
		<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	14	0	0	0	14	1,7
Mimosaceae	1	<i>Inga</i> sp.	4	0	0	0	4	0,5
Monimiaceae	1	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC	3	2	7	5	17	2,0
Myricaceae	2	<i>Morella pubescens</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur	31	0	0	0	31	3,7
		<i>Morella singularis</i> Parra-O.	0	0	3	2	5	0,6
Myrsinaceae	4	<i>Geissanthus andinus</i> Mez.	1	0	0	9	10	1,2
		<i>Cybianthus</i> sp.	0	3	3	3	9	1,1
		<i>Geissanthus serrulatus</i> (Willd.) Mez.	0	0	2	9	11	1,3
		<i>Geissanthus</i> sp.	2	10	6	0	18	2,2
Myrtaceae	1	<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	1	4	0	0	5	0,6
Poaceae	1	<i>Chusquea</i> sp.	0	3	0	1	4	0,5
Proteaceae	1	<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec.	3	4	20	26	53	6,3
Rosaceae	1	<i>Rubus macrocarpus</i> Benth	0	3	0	0	3	0,4
Rubiaceae	4	<i>Palicourea amethystine</i> (Ruiz & Pav.) DC.	0	0	5	1	6	0,7
		<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	2	13	1	0	16	1,9
		<i>Palicourea apicata</i> Kunth.	0	0	3	1	4	0,5
		<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	0	2	0	0	2	0,2
Solanaceae	2	<i>Sessea graciliflora</i> Bitter	0	1	0	0	1	0,1
		<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	1	1	0	0	2	0,2
Theaceae	1	<i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl.	25	7	19	28	79	9,4
Urticaceae	1	<i>Pilea goudotiana</i> Wedd.	0	0	2	1	3	0,4
TOTAL	54		158	160	234	284	836	100

Respecto a la riqueza de especies, la cota de 2800m presentó el mayor número de especies (31), distribuidas en 24 familias y 30 géneros, mientras que el menor número de especies (23) se presentó en la cota 1 (2700m) distribuidas en 20 familias y 21 géneros. Igualmente se halló un incremento en el número de individuos registrados de manera proporcional a medida que se fue ascendiendo altitudinalmente (Tabla 8).

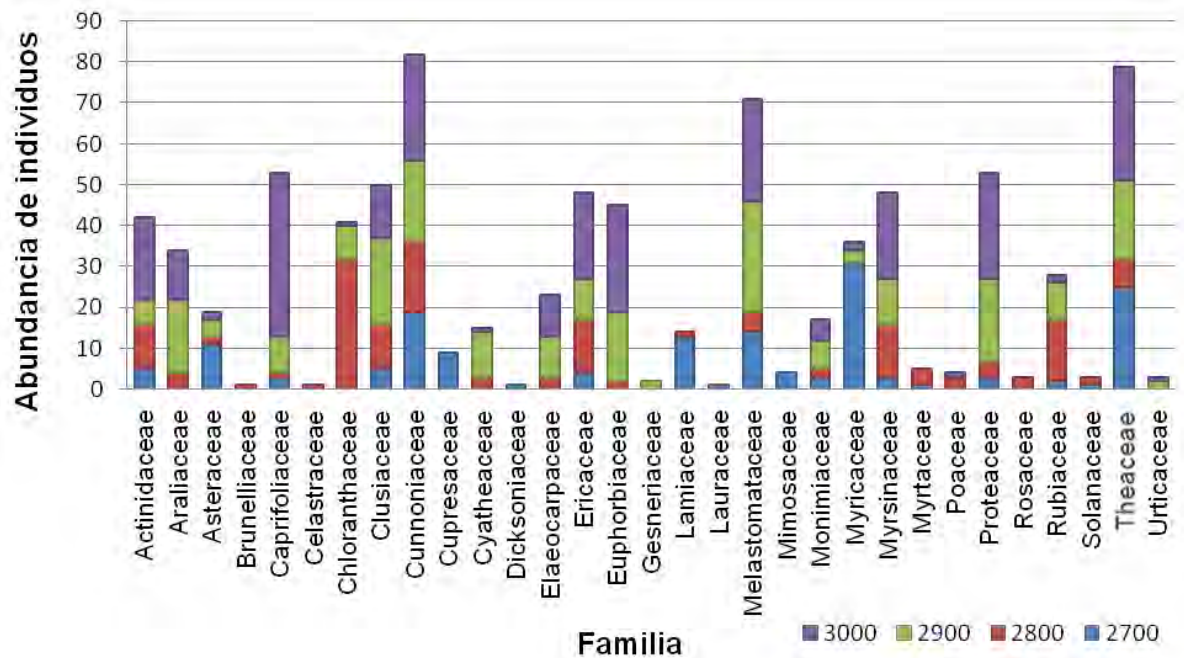
Tabla 8. Abundancia de individuos, especies, géneros y familias en las cotas estudiadas en el Cerro Chimayoy.

Cota	Individuos	Especies	Géneros	Familias
2700	158	23	21	20
2800	160	31	30	24
2900	234	28	23	22
3000	284	27	23	20
Total	836	109	97	86

La abundancia de individuos por familia destaca a Cunnoniaceae con 82 individuos encontrados, que representaron el 9,8% del total, seguido por la familia Theaceae con 79 individuos (9,4%) y Melastomataceae con 71 individuos (8,5%). En conjunto estas familias representaron el 27,7% del total de individuos registrados. Las familias Caprifoliaceae, Proteaceae, Clusiaceae, Ericaceae, Myrsinaceae y Euphorbiaceae también fueron representativas con 53, 53, 50, 49, 48 y 45 individuos respectivamente. Las familias Brunelliaceae, Celastraceae, Dicksoniaceae y Lauraceae solo estuvieron representadas por un individuo (Figura 3).

La diversidad de familias, géneros y especies encontrados en el cerro sugieren que su vegetación es típica de los bosques altoandinos colombianos, debido a su similitud con los resultados obtenidos en otros estudios a nivel local y nacional. Su cercanía con el Parque Dona Juana y la presencia de corredores biológicos en la zona le permite conectarse con otros bosques altoandinos y favorecer el flujo genético de las especies.

Figura 3. Distribución de individuos por familia y cota en el cerro Chimayoy.
Fuente: ésta investigación.



La dominancia de las familias Asteraceae, Ericaceae y Melastomataceae respecto a mayor número de géneros y especies coincide con los reportes que presenta Díaz (2003) para el flanco occidental del Complejo Volcánico Doña Juana¹¹⁶, igual que los hallados por Molina *et al* (2009)¹¹⁷ en los bosques altoandinos aledaños a la Cocha; y por Arcos y Varona (2009) en un bosque altoandino del Municipio de Totoró¹¹⁸.

Sin embargo, llama la atención, que en la zona de estudio no se hayan encontrado registros de especies de los géneros *Quercus*, *Drimys*, *Podocarpus* y *Ocotea*, los cuales son característicos de Selvas Andinas y Altoandinas de acuerdo con Rangel (1997)¹¹⁹ y Cruz (2003)¹²⁰. Esta ausencia probablemente se deba al efecto de las actividades de extracción de leña y madera en la zona de estudio ya que todos son géneros que se caracterizan por su alto valor como maderables.

¹¹⁶DIAZ, S. Diversidad florística del páramo del Volcán Doña Juana, Cordillera Centro-oriental de los Andes Colombianos. Grupo de estudios en manejo de vida silvestre y conservación. 2001. Universidad del Cauca.

¹¹⁷MOLINA, et al. Op cit.

¹¹⁸ARCOS y VARONA, Op Cit.

¹¹⁹RANGEL, J. et al. Tipos de vegetación en Colombia. En: Rangel, J., Lowy P. D., Aguilar M. (eds.). Colombia, diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia: 89-382. Ed. Guadalupe Ltda., Bogotá. 1997.

¹²⁰CRUZ, S. Op Cit.

Se hallaron en la zona de estudio especies como *Weinmannia pubescens*, *Morella pubescens*, *Oreopanax nigrum* y *Freziera canescens* reportadas como características de bosques altoandinos de las tres cordilleras colombianas en diferentes investigaciones y sitios de Colombia^{121,122,123}. Mientras que la especie *Morella singularis*, hallada en ésta investigación está restringida exclusivamente a bosques del sur de Colombia (Huila, Putumayo, Cauca y Nariño) y el norte de Ecuador¹²⁴.

Dos de las especies encontradas presentan algún grado de amenaza; *Lepechinia vulcanicola* y *Brunellia putumayensis* Cuatrec., las cuales están clasificadas como vulnerables (VU) de acuerdo a las categorías de la IUCN (International Union for Conservation of Nature)¹²⁵. Además, *L. vulcanicola* reportada como endémica para el Macizo Colombiano y el Nudo de los Pastos, se encuentra registrada en el libro rojo de Colombia¹²⁶. Esta especie en particular se ha encontrado en localidades de la zona de influencia del volcán Galeras y el Morasuco, lo que en cierta medida, supone un factor de amenaza para estas poblaciones en caso de erupción volcánica (Fernández y Rivera 2006). Además, las poblaciones están en áreas que presentan algún nivel de deterioro por encontrarse en territorios muy poblados y modificados por el hombre en tiempos recientes, principalmente en las franjas subandina y andina (franja cafetera, cultivos de tierra fría, predios ganaderos y ampliación de zonas urbanas)¹²⁷.

Los helechos *Cyathea sp.* y *Dicksonia sellowiana* se encuentran amparados por la CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species) en el apéndice II, en el cual se permite el comercio controlado de estas especies¹²⁸. Baca (2009)¹²⁹ reportó para los páramos Azonales, Galeras y Ovejas a *Dicksonia sellowiana* y considera que debido a que las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae son helechos arbóreos, la gente las emplea para la construcción de sus viviendas o para colocar en los caminos, lo cual se constituye en una amenaza para este grupo de plantas.

¹²¹FRANCO, P. Op. Cit.

¹²²PEREZ y VAN DER HAMMEN. Op. Cit.

¹²³RANGEL, J. Op. Cit.

¹²⁴PARRA-O C. 2003. Revisión taxonómica de la familia Myricaceae en Colombia. En: *Caldasia* 25(1): 23-64

¹²⁵BACA, E, et al. Op cit.

¹²⁶FERNÁNDEZ-A. J.L. & RIVERA- O. 2006. Labiatae, pp. 385-582. In: García, N. & Galeano, G. (eds.), Libro Rojo de Plantas de Colombia - 3. Serie Libros Rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.

¹²⁷ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

¹²⁸INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE- IUCN. Página de internet: <http://www.tropicos.org/Name/33400110>.

¹²⁹Baca G., A.E. 2009. Estado actual del recurso florístico de los páramos del Departamento de Nariño. En: Narváez, G. y Baca G. A. E. 2009. Estado del arte de la información Físico Biótica de los páramos del departamento de Nariño. En prensa. Universidad de Nariño, Pasto.

5.2 Estructura Vertical

- Altura

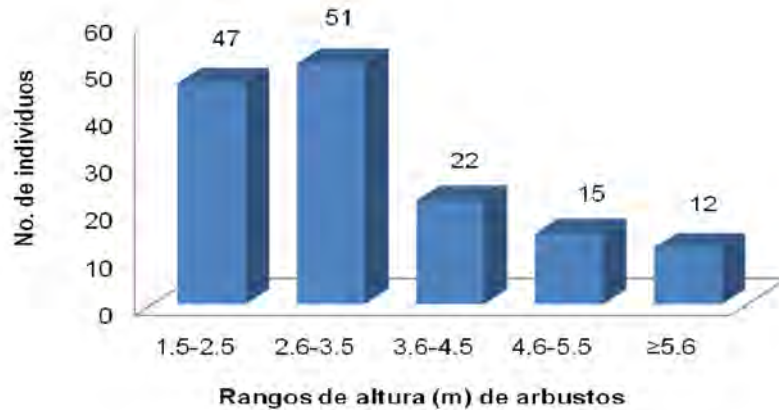
Los arbustos (n=147) están distribuidos en cinco clases de altura A excepción de la cota altitudinal de 2700 metros del cerro Chimayoy, la distribución de los arbustos mostró mayor concentración en la categoría II, en el rango comprendido entre 2.6-3.5 metros (tabla 9). Cerca del 67% de ellos (98 individuos) se distribuyen en las dos primeras clases de altura, mientras que el 33% restante (49 individuos) se distribuyen en las tres últimas categorías. Doce arbustos pertenecientes a *Bejaria glauca*, *Psammisia graebneriana* y *Alloplectus dodsonii* alcanzan alturas mayores de 5.6 metros, posiblemente debido a que estas especies en sus partes más jóvenes adquieren una forma semiescandente que les permite buscar claros de luz.

Tabla 9. Relación de clases de altura de arbustos por cota altitudinal cerro Chimayoy

Clase	Rango en m	# Indiv. 2700m	# Indiv. 2800m	# Indiv. 2900m	# Indiv. 3000m	Sumatoria
I	1.5-2.5	28	7	6	6	47
II	2.6-3.5	12	17	13	9	51
III	3.6-4.5	3	9	3	7	22
IV	4.6-5.5	2	7	5	1	15
V	5.6	0	4	5	3	12

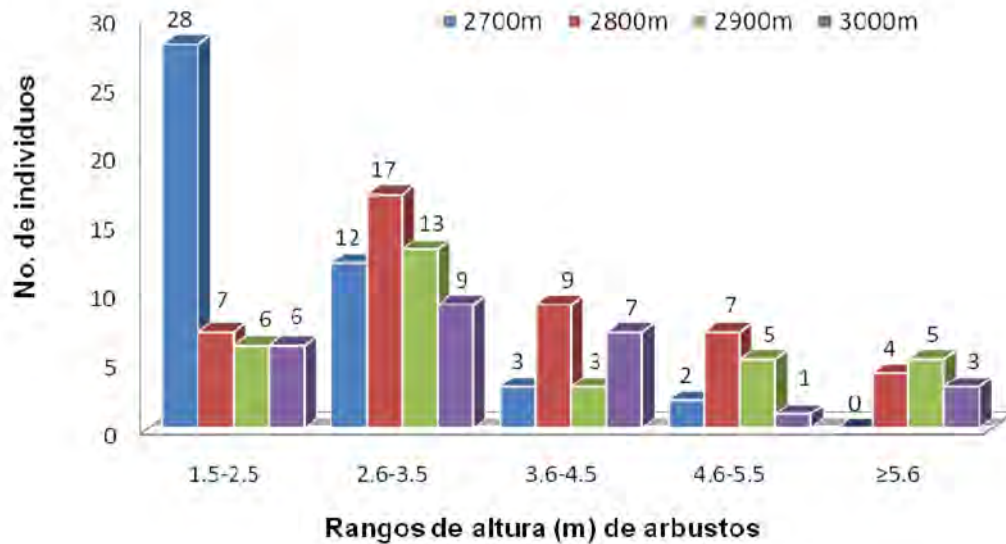
Las figuras 4 y 5 resumen la abundancia de arbustos y árboles clasificada por rangos de altura en el cerro Chimayoy. El hábito de crecimiento más común de las especies encontradas en este estudio corresponde a árboles (689 individuos) que representan el 82% de los individuos totales muestreados. En la distribución vertical de los individuos de hábito arbóreo y arbustivo del Cerro Chimayoy se observa claramente la forma de “J” invertida característico de todos los bosques.

Figura 4. Distribución de arbustos según su altura en el Cerro Chimayoy.
Fuente: ésta investigación.



La menor altura de vegetación arbustiva se registra en la cota de 2700 m y la mayor altura a 2900 m (Figura 5). En contraste, las demás cotas altitudinales presentan su mayor abundancia de arbustos en el rango de 2,6–3,5 m de altura.

Figura 5. Distribución vertical de los arbustos según clases de altura por cota altitudinal. Fuente: ésta investigación.



La mayoría de individuos de hábito arbustivo no sobrepasan los 3,5 metros de altura. Solo individuos de las especies *Bejaria glauca*, *Psammisia graebneriana* y *Alloplectus dodsonii* presentan rangos superiores a 4,6 metros, debido

posiblemente al carácter semi-escandente de sus ramas más jóvenes que les permite trepar por las ramas de los árboles más altos en busca de claros de luz.

Los arboles se distribuyen en 10 clases de altura. El 67% de ellos (461 individuos.) se distribuyen en las categorías de altura II, III, IV y V, (entre 2.6 y 6.5) y el 33% restante (228 individuos) se distribuyen en las demás categorías de altura. *Saurauia brachybotys* Turcz, con dos individuos en las cotas de 2800-2900 metros respectivamente y *Weinmannia pubescens* Kunth., con un individuo en la cota de 3000 metros son las especies que alcanzan alturas mayores de 10.6 metros (tabla 10 y figura 6).

En la tabla 10 se observa claramente que la cota altitudinal de 2800 metros del cerro Chimayoy, presenta una menor distribución de los arboles en las categorías de altura I y II, en los rangos comprendidos entre 1.5-2.5 y 2.6-3.5 metros, mientras que las demás cotas presentan una mayor concentración en estas dos categorías.

Tabla 10. Relación de clases de altura de árboles por cota altitudinal cerro Chimayoy.

Clase	Rango en M	# Indiv. 2700m	# Indiv. 2800m	# Indiv. 2900m	# Indiv. 3000m	Sumatoria
I	1.5-2.5	31	8	20	13	72
II	2.6-3.5	29	8	54	50	141
III	3.6-4.5	18	24	37	44	123
IV	4.6-5.5	15	21	26	32	94
V	5.6-6.5	6	18	28	49	101
VI	6.6-7.5	6	19	15	35	75
VII	7.6-8.5	4	11	12	17	44
VIII	8.6-9.5	3	1	8	13	25
IX	9.6-10.5	1	4	2	2	9
X	10.6	0	1	1	1	3

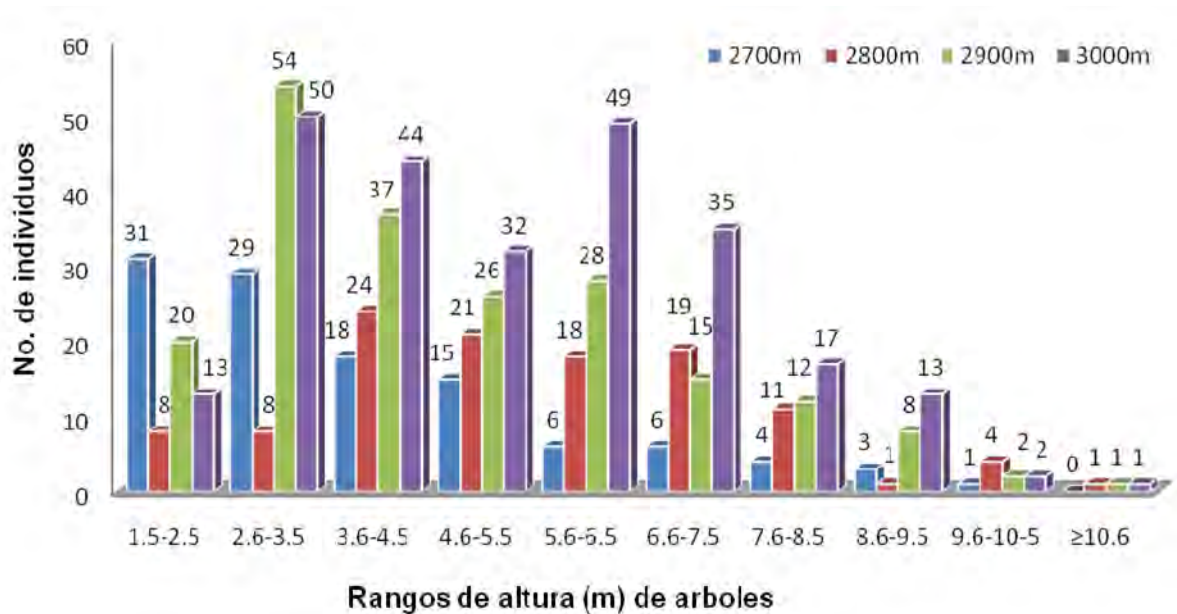
Figura 6. Distribución de los árboles según su altura en el cerro Chimayoy.
Fuente: ésta investigación.



La distribución de árboles por cotas altitudinales destaca a la cota 2900 m por la cantidad de árboles en la categoría II, con alturas entre los 2,6 y 3,5 m; igualmente a la cota de los 3000 m.s.n.m., por la abundancia de árboles con alturas superiores a 3,5 metros hasta los 9,5 metros. La cota de 2700 m contiene la menor altura de vegetación arbórea y arbustiva. En general se observa que los arboles más pequeños se distribuyen en los rangos altitudinales menores y los árboles mas grandes se desarrollan en las cotas de mayor altitud (Figura 7).

El hecho de hallar individuos de especies arbóreas en diez categorías de altura, demuestra que hay un buen proceso de regeneración en el cerro Chimayoy, debido a la relación que se presenta entre individuos jóvenes (de 1.5 hasta 5 metros de alto) y adultos (mayores de 5 metros de alto), donde se evidencia las diferentes clases de edad natural desde brinzales, latizales hasta fustales, según lo propuesto por Rojas (1975).

Figura 7. Distribución vertical de los árboles según clases de altura cota altitudinal.
Fuente: ésta investigación.



De acuerdo con el arreglo propuesto por Rangel y Lozano (1986)¹³⁰ para la distribución vertical de la vegetación de gradiente montañoso andino colombiano, se encontró que en el cerro Chimayoy se presentan tres estratos: subarbóreo, arbustivo y arbóreo inferior.

Los resultados hallados en este estudio, coincidieron con lo propuesto por Rollet (1980)¹³¹, quien considera que la distribución de alturas en los bosques secundarios, presenta un progresivo descenso del número de árboles conforme aumenta la altura y en bosques tropicales la distribución de alturas por encima de cuatro metros se presenta en forma decreciente.

Al comparar entre arbustos y árboles, se encuentra que la mayor cantidad de individuos se concentra en las especies de hábito arbóreo, como son las especies *Freziera canescens*, *Weinmannia pubescens*, *Roupala pachipoda*, *Viburnum triphullum*, *Clusia multiflora* y *Miconia denticulata*. Éstas especies hacen parte de las especies de mayor importancia en el ecosistema, debido a que han desarrollado unas estrategias para poder mantenerse en ese hábitat, como la

¹³⁰RANGEL, O. & LOZANO, G. Un perfil de la vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé. En: Revista Caldasia. Vol. 14, No. 68/70 (1986); 1986, p. 53-547.

¹³¹ROLLET, B. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado del conocimiento. Roma: UNESCO / PNUMA / FAO. 1980, p.126-162.

dispersión anemócora y ornitócora, que les permite llegar a áreas más alejadas de las plantas parentales^{132,133}.

Estas especies son más abundantes en las cotas de los 2900 y 3000 y tienen individuos en todas las clases de altura, reflejando la presencia de individuos de todas las edades, es decir, desde plántulas hasta árboles adultos. En la cota de los 2700, la mayoría de los individuos de las especies antes descritas se hallaron en menor abundancia y en clases de altura inferiores. Estos árboles se encontraban en estado juvenil principalmente, debido posiblemente a la explotación maderera que se realiza en esta cota.

El hábito de crecimiento arbóreo encontrado en la mayoría de las especies leñosas es importante para los procesos de sucesión ecológica que se están dando en el bosque del cerro Chimayoy. A pesar del impacto antrópico al que está siendo sometido el cerro, especialmente en la cota de los 2700 m.s.n.m., la regeneración natural es evidente por la presencia significativa de árboles juveniles.

Por otra parte, se puede afirmar que la vegetación arbórea y arbustiva del cerro Chimayoy es dinámica con diferentes clases de alturas que permiten un bosque cambiante, que está creciendo todo el tiempo con diversas fases de crecimiento. Esta dinámica de fases crea un bosque con tres tipos de árboles: a) árboles del futuro aquellos ubicados en las categorías I a IV, los cuales tienen todavía el potencial de ampliar sus copas; b) los árboles del presente, correspondientes a las categorías V a IX, los cuales han alcanzado la máxima expresión fisiológica y c) los árboles del pasado pertenecientes a la categoría X, cuyas copas han empezado a degradarse y por lo tanto se convierten en generadores de claros^{134,135,136}.

- Diámetro

La mayor cantidad de individuos (120) se distribuyen en la Categoría I con un DAP entre 2.5 – 3.5 cm. (tabla 11), su número disminuye progresivamente al aumentar el rango diamétrico, lo que indica que las especies poseen distribuciones diamétricas en forma de “J” invertida y esta tendencia se conserva en todas las cotas altitudinales (Tabla 11 y Figura 8).

¹³²MENDOZA H., RAMÍREZ B. Plantas y Flores de La Planada, Guía ilustrada de familias y géneros Bogotá, Colombia, 2000. 244pp.

¹³³VARGAS, W. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales: Editorial Universidad de Caldas, 2002. 813 p.

¹³⁴HALLE, F., OLDEMAN, R. A. A. & TOMLINSON, P. B. Tropical trees and forest: an architectural analysis. Springer. Berlin. 1978. p 254- 256.

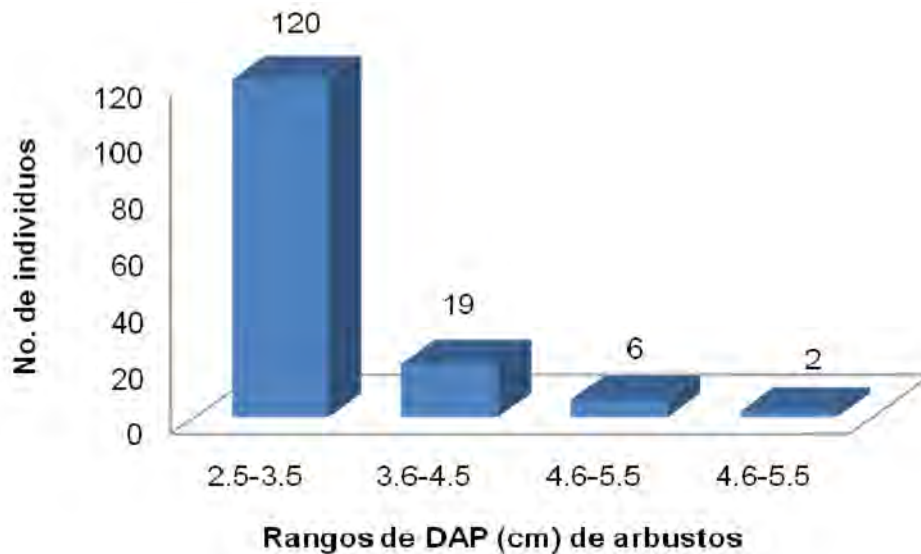
¹³⁵OLDEMAN, R. A. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. 1983.

¹³⁶VESTER, H. F. M. y SALDARRIAGA, J. G. Algunas características estructurales, arquitectónicas y florísticas de la sucesión secundaria sobre terrazas bajas en la región de Aracacuara (Colombia). En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 46. No. 1 y 2. 1993, Pp. 17 – 47.

Tabla 11. Relación clase diamétrica de Arbustos por Cota altitudinal

Clase Diamétrica	Rango en cm	# Indiv. 2700m	# Indiv. 2800m	# Indiv. 2900m	# Indiv. 3000m	Total Chimayoy
I	2.5-3.5	40	41	30	9	120
II	3.6-4.5	5	0	1	13	19
III	4.6-5.5	0	3	1	2	6
IV	4.6-5.5	0	0	0	2	2

Figura 8. Distribución de clases diamétricas de los arbustos en el cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.



La distribución de arbustos en las clases diamétricas según su rango altitudinal muestra un patrón similar a lo ocurrido en el cerro para alturas; hasta los 2900 m la mayor parte de los arbustos se encuentran en las categorías I a III entre 2,5 y 5,5 cm de diámetro, mientras que a 3000 m, la mayoría de los arbustos se localizan en las categorías II a IV entre 3,5 y 4,6 cm de diámetro (Figura 9).

Figura 9. Distribución de clases diamétricas de los arbustos por cotas altitudinales.
Fuente: ésta investigación.



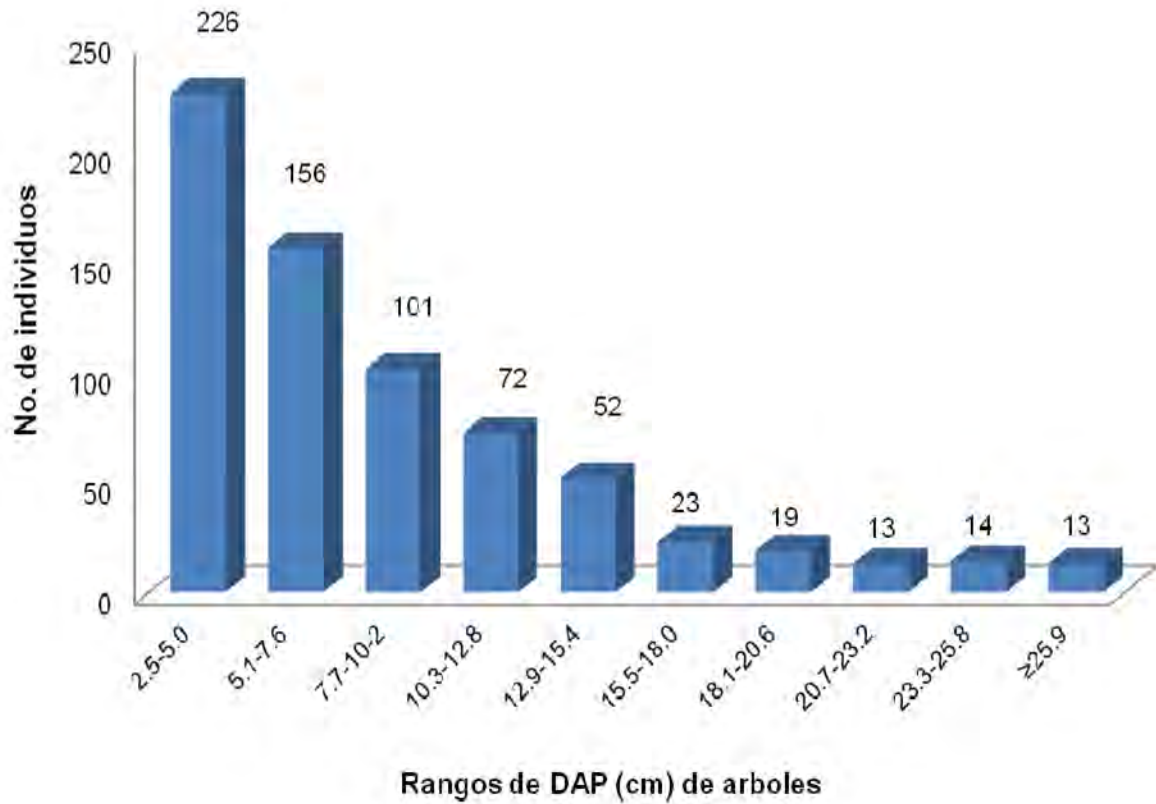
La distribución del DAP de los árboles fue definido en 10 rangos o clases diamétricas (tabla 12); el rango 2.5-5.0 presenta mayor cantidad de individuos (n=226 que representa el 33%); las clases diamétricas VIII a X con rangos entre 20.7-23.2 y 25.9 son las que presentan menor concentración de individuos.

La vegetación arbórea se comporta de igual forma que la vegetación arbustiva conservando la tendencia de “J” invertida, indicando una tendencia a la disminución progresiva en el número de individuos a medida que los rangos diamétricos aumentan (figura 10).

Tabla 12. Relación Clase Diamétrica de Árboles por cota altitudinal

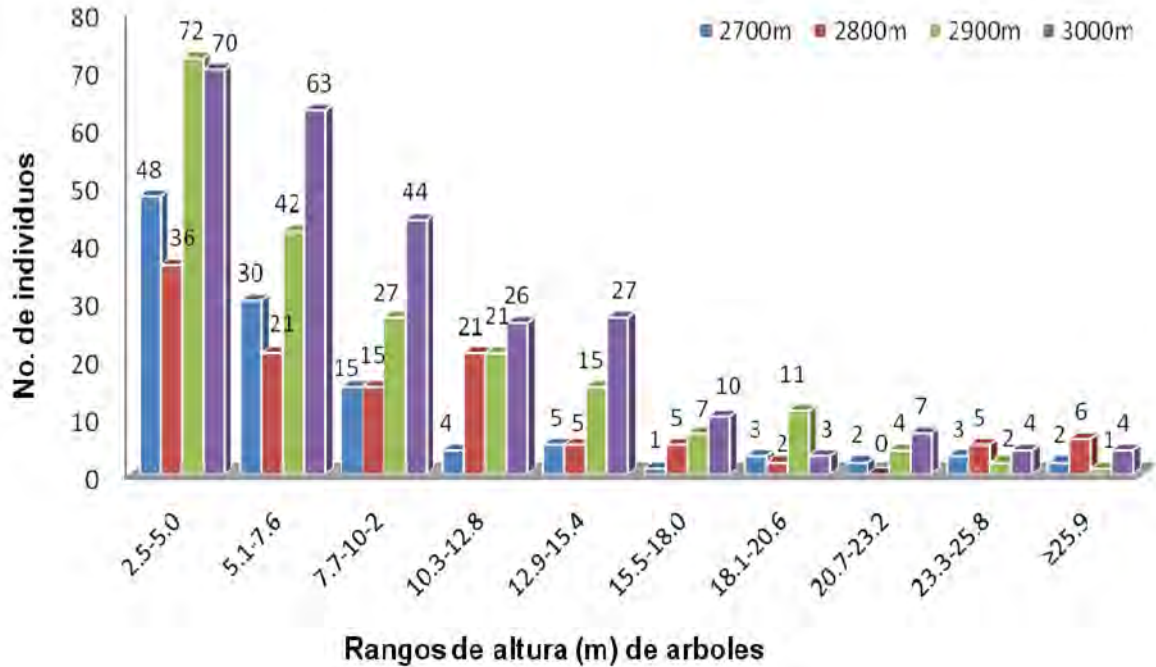
Clase Diamétrica	Rango en cm	# Indiv. 2700m	# Indiv. 2800m	# Indiv. 2900m	# Indiv. 3000m	Sumatoria
I	2.5-5.0	48	35	71	70	224
II	5.1-7.6	30	21	42	66	159
III	7.7-10.2	15	15	27	41	98
IV	10.3-12.8	4	21	21	33	79
V	12.9-15.4	5	5	15	14	39
VI	15.5-18.0	1	5	7	10	23
VII	18.1-20.6	3	2	11	3	19
VIII	20.7-23.2	2	0	4	7	13
IX	23.3-25.8	3	5	2	4	14
X	25.9	2	6	1	4	13

Figura 10. Distribución de clases diamétricas de los árboles en el cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.



En la figura 11 se observa la distribución de clases diamétricas para arboles por cotas altitudinales, hallando que solo la cota de 3000 metros presenta todas las categorías mientras que la de 2800 presenta un comportamiento con tendencia a la disminución e inclusive ausencia de individuos en las diferentes categorías.

Figura 11. Distribución de clases diamétricas de los árboles por cotas altitudinales.
Fuente: ésta investigación.



El comportamiento de “J” invertida que se halló tanto en las especies de hábito arbóreo como arbustivo, permite definir que en el cerro Chimayoy se están desarrollando procesos sucesionales. De acuerdo con Uribe (1984)¹³⁷ este tipo de distribución es el que existe en ecosistemas que presentan varios estados sucesionales. Según Lamprecht (1962)¹³⁸, la distribución de “J” invertida constituye la mejor garantía para la sobrevivencia de una comunidad forestal, ya que los individuos de mayores dimensiones son eliminados ocasionalmente o sustituidos por individuos de clases diamétricas inferiores.

De acuerdo con lo anterior, las fisionomías boscosas del cerro Chimayoy ubicadas en las cotas 2700, 2900 y 3000 metros poseen la capacidad de sustituir los individuos de grandes dimensiones que por alguna razón sean eliminados, ya que en todas ellas se observa dicha distribución de las clases diamétricas. Sin embargo llama la atención el comportamiento de los individuos hallados en la cota de 2800, en las categorías I y II, donde normalmente se espera una cantidad alta

¹³⁷URIBE, G. Comportamiento de las distribuciones diamétricas de frecuencias de bosques disetáneos. Medellín, Seminario (Ingeniería forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1984, 90 p.

¹³⁸LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los Bosques Tropicales. En: Acta Científica Venezolana. Vol.13, No.2 (1962); 1962, p. 57- 65.

de individuos, presente un número bajo de estos. Posiblemente esa dinámica normal haya sido afectada debido a actividades de extracción.

Siguiendo la clasificación propuesta por Hutchinson (1990)¹³⁹, para especies de hábito arbóreo, en el cerro Chimayoy se hallaron tres categorías de tamaño: los árboles que corresponden a los individuos con diámetro normal superior a 10 cm y menores al diámetro mínimo de cota. Los juveniles, que corresponden a individuos con diámetro normal entre 5,0 y 9,9 cm y finalmente, las plántulas que las constituyen los individuos con diámetros superiores a 3,0 cm y hasta 4,9 cm de diámetro normal.

Según el comportamiento de altura y diámetro, se puede determinar que en el bosque del cerro Chimayoy, a pesar de la intervención antrópica que existe, está ocurriendo un proceso de regeneración natural, donde la naturaleza del dosel es cambiante, puesto que el bosque está creciendo en parches todo el tiempo, de tal forma que estos parches de distintos tamaños están en las diversas fases del ciclo de crecimiento del bosque (Whitmore, 1975)¹⁴⁰.

De acuerdo con lo propuesto por Bustamante *et al* (2005)¹⁴¹ si las especies más abundantes en el dosel fueran también las más abundantes como plántulas, las especies *Freziera canescens*, *Weinmannia pubescens*, *Roupala pachipoda*, *Viburnum triphullum*, *Clusia multiflora* y *Miconia denticulata*,, tienen el potencial para mantener la estructura del bosque, debido a que estas 6 especies se encuentran distribuidas en todas las cotas y en todos las clases diamétricas, desde plántulas hasta individuos adultos.

Perfil de vegetación

Las figuras 12 y 13 representan los perfiles idealizados de las cotas de los 2700 m.s.n.m y los 2900 m.s.n.m. En la primera se distinguen por su altura las especies *Cupressus sempervirens* y *Freziera canescens*, mientras que a 2900 m.s.n.m las especies con mayor altura fueron *Vallea stipularis* y *Oreopanax nigrum*.

¹³⁹HUTCHINSON, I. D. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. In: Commonwealth Forestry Review. Vol. 69. No 3. 1990. Pp. 113 – 132.

¹⁴⁰WHITMORE, T. C. Tropical Rain Forest of the Far East. Clarendon. New York, 1975. p 16-18.

¹⁴¹BUSTAMANTE, R. et. al. (2005) Fragmentación y dinámica de regeneración del bosque Maulino: diagnóstico actual y perspectivas futuras. In: (C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto & C. Valdovinos, eds), "Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile", pp. 529-539. Editorial Universitaria, Santiago.

Figura 12. Perfil idealizado de la cota 1 (2700 m.s.n.m.) en el cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.

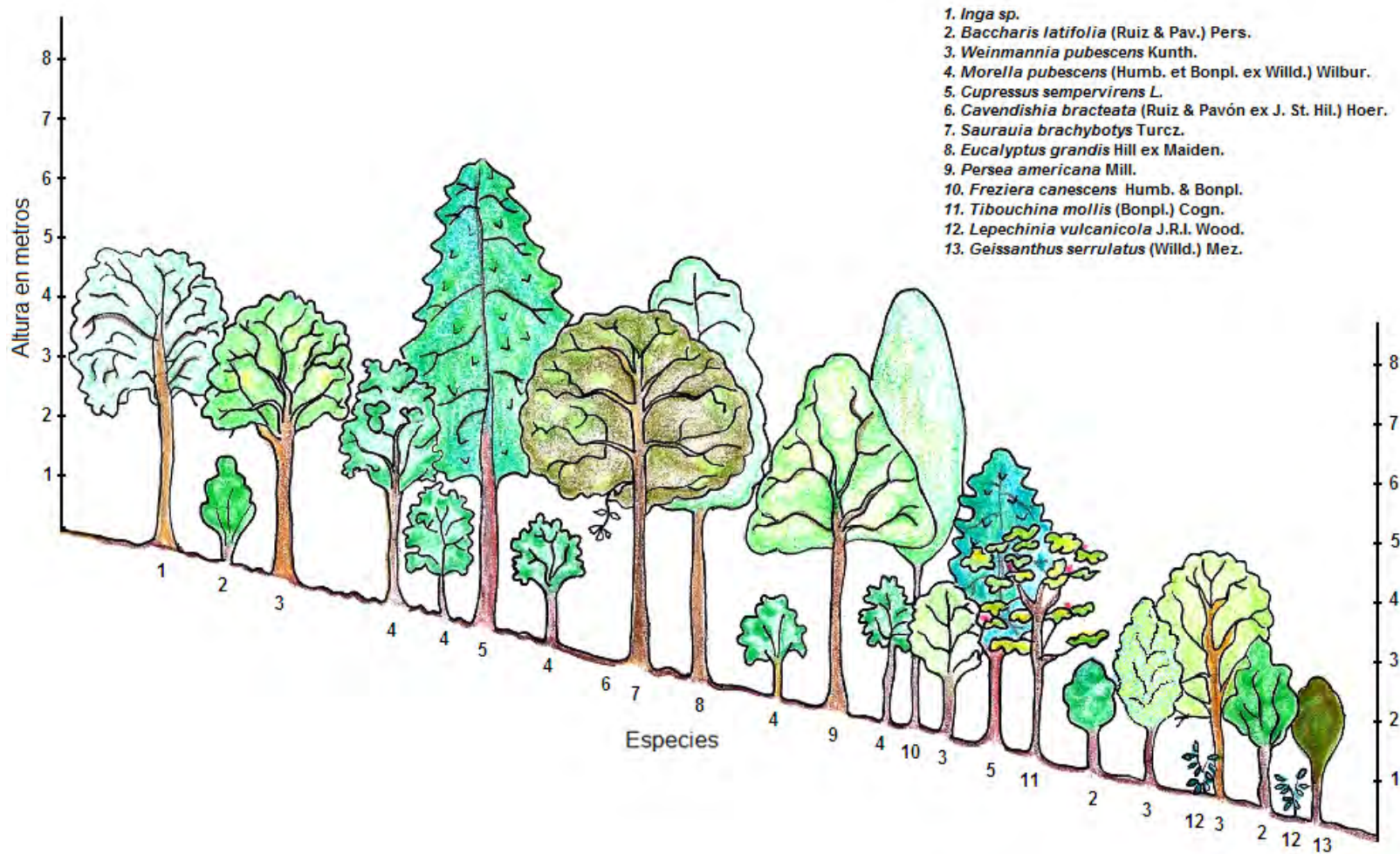
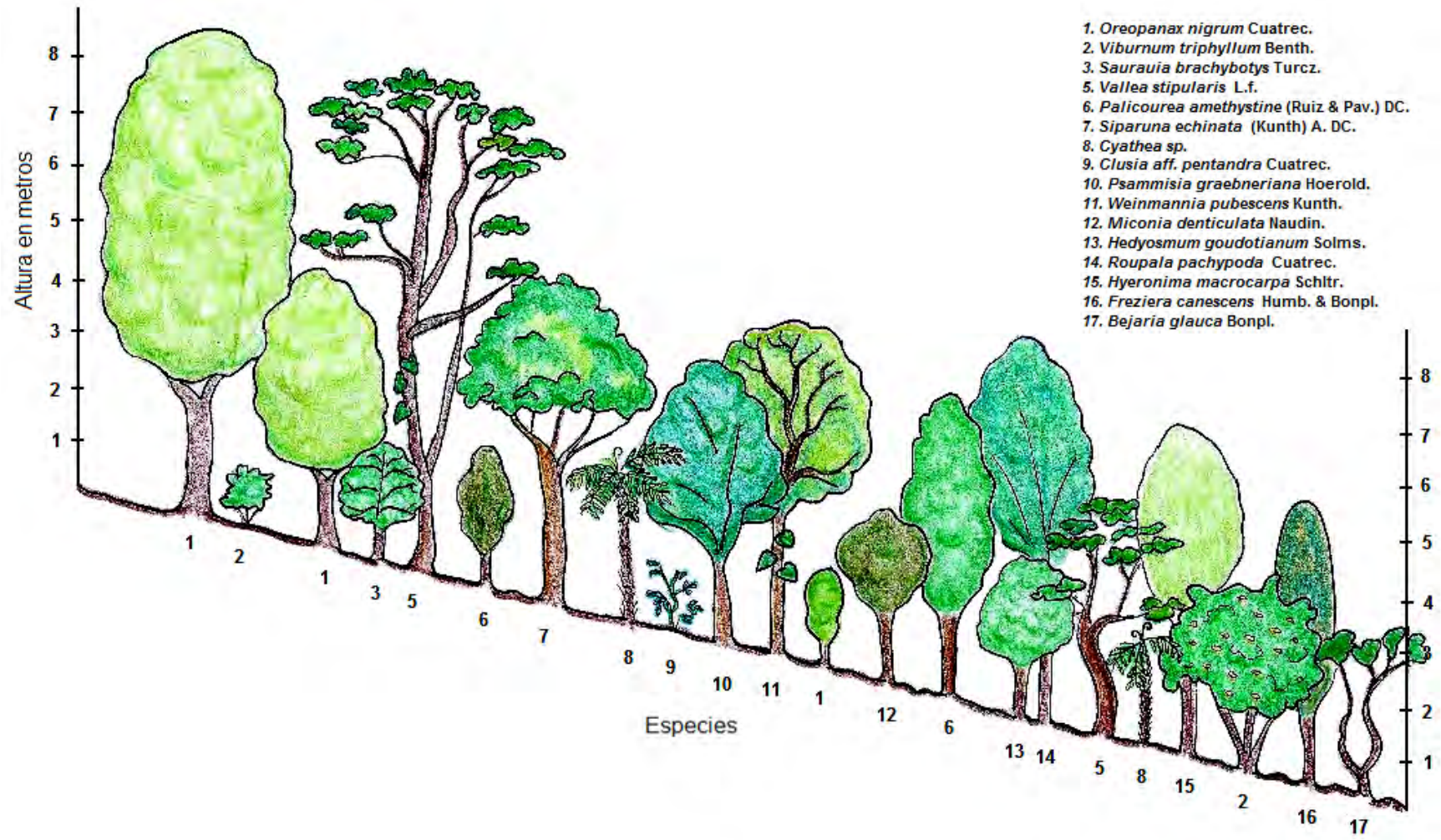


Figura 13. Perfil idealizado de la cota 3 (2900 m.s.n.m.) en el cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.



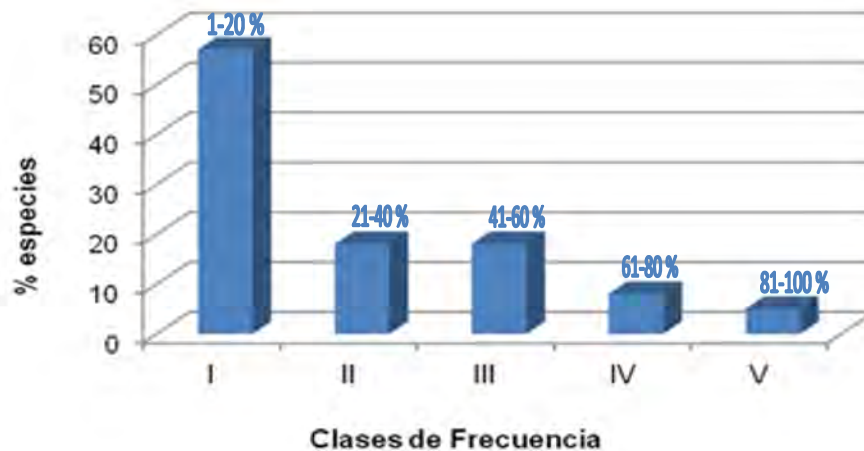
5.3 Estructura horizontal

5.3.1 Variables fitosociológicas discretas

Las especies comunes de acuerdo a su porcentaje de frecuencia absoluta (%Fi) y a lo propuesto por Caviedes¹⁴² fueron *Weinmannia pubescens* (100%) y *Freziera canescens* (85%). De otro lado, *Clusia multiflora* (80%), *Saurauia brachybotrys* (80%) y *Oreopanax nigrum* (70%) fueron catalogadas como especies frecuentes. Otras nueve especies fueron clasificadas como habituales, nueve como ocasionales y las restantes 31 especies se encuentran en la categoría de raras, lo que representa el 57% de la totalidad de especies encontradas (Tabla 13).

Histograma de Frecuencia: El histograma de frecuencia construido en base a los valores de frecuencia absoluta de las especies encontradas en el cerro Chimayoy (Figura 14), muestra que cerca del 60% de las especies está en la clase I y los valores más bajos se dan en las categorías IV y V.

Figura 14. Comportamiento de los histogramas de frecuencia de las especies encontradas en el cerro Chimayoy. Fuente: ésta investigación.



Este comportamiento indica valores altos en las clases I y II, lo que confirma una heterogeneidad florística del cerro Chimayoy, pues de acuerdo con Braun-Blanquet (1979) y Melo y Vargas (2002) los valores altos en las clases I – II indican una heterogeneidad florística acentuada mientras que valores altos en las clases IV - V y valores bajos en I - II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida¹⁴³.

¹⁴²CAVIEDES, C. BLANCA, M. Op.cit.

¹⁴³MELO Y VARGAS. Op.Cit.

Las especies con mayor densidad relativa fueron *Freziera canescens* (9,45%), *Weinmannia pubescens* (8,61%), *Viburnum triphyllum* (6,34%), *Roupala pachypoda* (6,34%), *Miconia denticulata* (6,10%), *Clusia multiflora* (5,98%) e *Hyeronima macrocarpa* (5,38%). Otras 18 especies comparten con las anteriores la categoría de especies escasas, de acuerdo a lo propuesto por Caviedes¹⁴⁴ (>1-10%). Las restantes 29 especies son caracterizadas como pobres (<1%) (Tabla13).

De acuerdo a los resultados de la densidad de individuos para las especies encontradas, la mayoría de las especies fueron pobres y escasas, lo cual sugiere un posible impacto antrópico. La cercanía que el cerro tiene con las poblaciones de los cuatro municipios, lo convierte en un lugar susceptible al impacto antrópico por la explotación de recursos y expansión de la actividad agrícola por parte de los pobladores.

Según información obtenida en esta investigación, por tradición, las poblaciones cercanas al cerro Chimayoy han explotado sus recursos maderables para diferentes fines: la especie *Brunellia putumayensis* Cuatrec., ha sido utilizada para ebanistería, al igual que *Clusia multiflora* Kunth Cuatrec. y *Roupala pachypoda* Cuatrec.; mientras que *Weinmannia pubescens* Kunth., *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. y *Maytenus laxiflora* Triana & Planch., son utilizadas como leña y fabricación de carbón. *Weinmannia heterophylla* Kunth, *Hedyosmum goudotianum* Solms y *Hyeronima macrocarpa* Schltr. se utilizan en la construcción de viviendas; y *Clibadium surinamense* L., *Inga* sp., *Persea americana* Mill y *Chusquea* sp., se utilizan en la alimentación animal y otros usos domésticos.

La explotación del recurso maderable del cerro Chimayoy es particularmente preocupante porque pone en riesgo el ecosistema, la diversidad de las especies y los nacimientos de agua que surten los acueductos de las veredas aledañas al cerro. Algunas especies como *Viburnum triphyllum* Benth., *Morella pubescens* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur y *Vallea stipularis* L.f.¹⁴⁵, son reconocidas por proteger los nacimientos de agua y entre ellas cabe resaltar la importancia que tiene *Viburnum triphyllum* Benth en la cota de los 3000 m.s.n.m. ya que es la especie más abundante en esta cota altitudinal.

5.3.2 Variables fitosociológicas combinadas

De acuerdo al porcentaje de valor de importancia (%IVI), *Freziera canescens* (10,54%), *Weinmannia pubescens* (10,36%) *Saurauia brachybotrys* (7,70%), *Oreopanax nigrum* (5,95%), *Hyeronima macrocarpa* (5,88%) y *Clusia multiflora* (5,06%) son las especies con mayor peso ecológico en el Bosque de Chimayoy.

¹⁴⁴CAVIEDES, C. BLANCA, M. Op.cit.

¹⁴⁵<http://www.dama.gov.co>

Estas seis especies representan el 45,5% de IVI entre todas las 54 especies encontradas en el cerro (Tabla 14). Con respecto al porcentaje de importancia familiar (%IV_f), las familias más representativas del cerro Chimayoy fueron Cunnoniaceae (9,31%), Theaceae (8,18%), Actinidaceae (7,83%) y Melastomataceae (6,38%), sumando el 32% de importancia entre todas las familias (Tabla 14).

Tabla 13. Variables fitosociológicas discretas de las especies estudiadas en el cerro Chimayoy

Especies	% Frecuencia relativa	% Frecuencia absoluta	Caracterización según frecuencia	Área Basal (m ²)	Densidad (#indiv./At)	% Densidad Relativa	Caracterización según Densidad
Actinidaceae							
<i>Saurauia brachybotys</i> Turcz	5,42	80	Frecuente	0,8108	175	4,19	Escasa
<i>Saurauia</i> sp.	2,03	30	Ocasional	0,0213	35	0,84	Pobre
Araliaceae							
<i>Oreopanax nigrum</i> Cuatrec.	4,75	70	Frecuente	0,5431	170	4,07	Escasa
Asteraceae							
<i>Baccharis granadina</i> Cuatrec.	0,34	5	Rara	0,0077	5	0,12	Pobre
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0,68	10	Rara	0,0104	40	0,96	Pobre
<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	0,34	5	Rara	0,0005	5	0,12	Pobre
<i>Clibadium surinamense</i> L.	0,34	5	Rara	0,0008	5	0,12	Pobre
<i>Critoniopsis</i> sp.	0,68	10	Rara	0,0039	20	0,48	Pobre
<i>Liabum igniarium</i> (Bonpl.) Less.	1,02	15	Rara	0,0023	20	0,48	Pobre
Burnelliaceae							
<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatrec.	0,34	5	Rara	0,0035	5	0,12	Pobre
Caprifoliaceae							
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	4,07	60	Habitual	0,2674	265	6,34	Escasa
Celastraceae							
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	0,34	5	Rara	0,0006	5	0,12	Pobre
Chloranthaceae							
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms.	3,39	50	Habitual	0,1639	205	4,9	Escasa
Clusiaceae							
<i>Clusia multiflora</i> Kunth.	5,42	80	Frecuente	0,2274	250	5,98	Escasa

Especies	% Frecuencia relativa	% Frecuencia absoluta	Caracterización según frecuencia	Área Basal (m ²)	Densidad (#indiv./At)	% Densidad Relativa	Caracterización según Densidad
Cunnoniaceae							
<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth.	2,37	35	Ocasional	0,0673	50	1,12	Escasa
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	6,78	100	Común	0,9419	360	8,61	Escasa
Cupresaceae							
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	0,34	5	Rara	0,1934	45	1,08	Escasa
Cyatheaceae							
<i>Cyathea</i> sp.	3,05	45	Habitual	0,1080	75	1,79	Escasa
Dicksoniaceae							
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	0,34	5	Rara	0,0072	5	0,12	Pobre
Elaeocarpaceae							
<i>Vallea stipularis</i> L.f.	3,73	55	Habitual	0,1199	115	2,75	Escasa
Ericaceae							
<i>Bejaria glauca</i> Bonpl.	3,39	50	Habitual	0,0810	130	3,11	Escasa
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	0,68	10	Rara	0,0125	20	0,36	Pobre
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	2,37	35	Ocasional	0,0028	15	1,91	Escasa
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.) Hoer	0,34	5	Rara	0,0125	80	0,48	Pobre
Euphorbiaceae							
<i>Hyeronima macrocarpa</i> Schltr.	3,39	50	Habitual	0,5335	225	5,38	Escasa
Gesneriaceae							
<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	0,34	5	Rara	0,0010	10	0,24	Pobre
Lamiaceae							
<i>Lepechinia</i> sp.	0,34	5	Rara	0,0018	15	0,36	Pobre
<i>Lepechinia vulcanicola</i> J.R.I. Wood	1,02	15	Rara	0,0061	55	1,32	Escasa

Especies	% Frecuencia relativa	% Frecuencia absoluta	Caracterización según frecuencia	Área Basal (m ²)	Densidad (#indiv./At)	% Densidad Relativa	Caracterización según Densidad
Lauraceae							
<i>Persea americana</i> Mill.	0,34	5	Rara	0,0141	5	0,12	Pobre
Melastomataceae							
<i>Clidemia</i> sp.	0,34	5	Rara	0,0008	5	0,12	Pobre
<i>Meriania</i> sp.	0,68	10	Rara	0,0019	10	0,24	Pobre
<i>Meriania splendens</i> Triana	1,02	15	Rara	0,0178	15	0,36	Pobre
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	3,73	55	Habitual	0,1485	255	6,1	Escasa
<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	1,36	20	Rara	0,0141	70	1,67	Escasa
Mimosaceae							
<i>Inga</i> sp.	0,68	10	Rara	0,0162	20	0,48	Pobre
Monimiaceae							
<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	3,39	50	Habitual	0,0601	85	2,03	Escasa
Myricaceae							
<i>Morella pubescens</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1,69	25	Ocasional	0,0553	155	3,71	Escasa
<i>Morella singularis</i> Parra-O.	1,36	20	Rara	0,1144	25	0,6	Pobre
Myrsinaceae							
<i>Cybianthus</i> sp.	2,03	30	Ocasional	0,0284	55	1,08	Escasa
<i>Geissanthus andinus</i> Mez.	2,37	35	Ocasional	0,0286	45	1,32	Escasa
<i>Geissanthus serrulatus</i> (Willd.) Mez.	1,69	25	Ocasional	0,0434	50	1,2	Escasa
<i>Geissanthus</i> sp.	2,71	40	Ocasional	0,0128	90	2,15	Escasa
Myrtaceae							
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	1,02	15	Rara	0,0621	25	0,6	Pobre
Poaceae							

Especies	% Frecuencia relativa	% Frecuencia absoluta	Caracterización según frecuencia	Área Basal (m ²)	Densidad (#indiv./At)	% Densidad Relativa	Caracterización según Densidad
<i>Chusquea</i> sp.	1,36	20	Rara	0,0044	20	0,48	Pobre
Proteaceae							
<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec.	4,07	60	Habitual	0,2175	265	6,34	Escasa
Rosaceae							
<i>Rubus macrocarpus</i> Benth	0,34	5	Rara	0,0026	15	0,36	Pobre
Rubiaceae							
<i>Palicourea amethystine</i> (Ruiz & Pav.) DC.	1,02	15	Rara	0,0044	30	0,72	Pobre
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	2,03	30	Ocasional	0,0116	80	1,91	Escasa
<i>Palicourea apicata</i> Kunth.	1,02	15	Rara	0,0039	20	0,48	Pobre
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	0,34	5	Rara	0,0015	10	0,24	Pobre
Solanaceae							
<i>Sessea graciliflora</i> Bitter	0,34	5	Rara	0,0005	5	0,12	Pobre
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	0,68	10	Rara	0,0043	10	0,24	Pobre
Theaceae							
<i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl.	5,76	85	Común	0,9850	395	9,45	Escasa
Urticaceae							
<i>Pilea goudotiana</i> Wedd.	1,02	15	Rara	0,0018	15	0,36	Pobre
SUMATORIA	100			6	4180	100	

Tabla 14. Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en el cerro Chimayoy

Especies	% Cobertura relativa de la especie	IVI * (especie)	% Importancia de la especie	Frecuencia relativa familiar	Densidad relativa familiar	Cobertura relativa familiar	IVf ** (familiar)	% Importancia de la familia
Actinidaceae				6,11	3,7	13,68	23,49	7,83
<i>Saurauia brachybotys</i> Turcz	13,49	23,1	7,7					
<i>Saurauia</i> sp.	0,36	3,23	1,08					
Araliaceae				5,34	1,85	8,93	16,12	5,37
<i>Oreopanax nigrum</i> Cuatrec.	9,04	17,85	5,95					
Asteraceae				3,44	11,11	0,75	15,3	5,1
<i>Baccharis granadina</i> Cuatrec.	0,13	0,59	0,2					
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	0,17	1,81	0,6					
<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	0,01	0,47	0,16					
<i>Clibadium surinamense</i> L.	0,01	0,47	0,16					
<i>Critoniopsis</i> sp.	0,07	1,22	0,41					
<i>Liabum igniarium</i> (Bonpl.) Less.	0,04	1,53	0,51					
Burnelliaceae				0,38	1,85	0,06	2,29	0,76
<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatrec.	0,06	0,52	0,17					
Caprifoliaceae				4,58	1,85	4,39	10,83	3,61
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	4,45	14,86	4,95					
Celastraceae				0,38	1,85	0,01	2,24	0,75
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	0,01	0,47	0,16					
Chloranthaceae				3,82	1,85	2,69	8,36	2,79
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	2,73	11,02	3,67					
Clusiaceae				6,11	1,85	3,74	11,7	3,9
<i>Clusia multiflora</i> Kunth.	3,79	15,19	5,06					
Cunnoniaceae				7,63	3,7	16,59	27,93	9,31
<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth.	1,12	4,69	1,56					

<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	15,68	31,07	10,36						
Cupresaceae				0,38	1,85	3,18	5,41	1,8	
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	3,22	4,63	1,54						
Cyatheaceae				3,44	1,85	1,77	7,06	2,35	
<i>Cyathea</i> sp.	1,8	6,64	2,21						
Dicksoniaceae				0,38	1,85	0,12	2,35	0,78	
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	0,12	0,58	0,19						
Elaeocarpaceae				4,2	1,85	1,97	8,02	2,67	
<i>Vallea stipularis</i> L.f.	2	8,48	2,83						
Ericaceae				6,11	7,41	2,25	15,76	5,25	
<i>Bejaria glauca</i> Bonpl.	1,35	7,85	2,62						
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	0,21	1,08	0,36						
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	0,05	4,49	1,5						
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.) Hoer	0,21	1,03	0,34						
Euphorbiaceae				3,82	1,85	8,77	14,44	4,81	
<i>Hyeronima macrocarpa</i> Schltr.	8,88	17,65	5,88						
Gesneriaceae				0,38	1,85	0,02	2,25	0,75	
<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	0,02	0,6	0,2						
Lamiaceae				1,53	3,7	0,32	5,55	1,85	
<i>Lepechinia</i> sp.	0,03	0,73	0,24						
<i>Lepechinia vulcanicola</i> J.R.I. Wood	0,1	2,44	0,81						
Lauraceae				0,38	1,85	0,23	2,46	0,82	
<i>Persea americana</i> Mill.	0,23	0,69	0,23						
Melastomataceae				6,87	9,26	3,01	19,14	6,38	
<i>Clidemia</i> sp.	0,01	0,47	0,16						
<i>Meriania</i> sp.	0,03	0,95	0,32						
<i>Meriania splendens</i> Triana	0,3	1,67	0,56						
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	2,47	12,3	4,1						

<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	0,23	3,27	1,09					
Mimosaceae				0,76	1,85	0,27	2,88	0,96
<i>Inga</i> sp.	0,27	1,43	0,48					
Monimiaceae				3,82	1,85	0,99	6,66	2,22
<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	1	6,42	2,14					
Myricaceae				3,44	3,7	2,79	9,93	3,31
<i>Morella pubescens</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur	0,92	6,32	2,11					
<i>Morella singularis</i> Parra-O.	1,9	3,86	1,29					
Myrsinaceae				5,73	7,41	1,86	14,99	5
<i>Cybianthus</i> sp.	0,48	3,59	1,2					
<i>Geissanthus andinus</i> Mez.	0,47	4,16	1,39					
<i>Geissanthus serrulatus</i> (Willd.) Mez	0,72	3,61	1,2					
<i>Geissanthus</i> sp.	0,21	5,08	1,69					
Myrtaceae				1,15	1,85	1,02	4,02	1,34
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	1,03	2,65	0,88					
Poaceae				1,53	1,85	0,07	3,45	1,15
<i>Chusquea</i> sp.	0,07	1,91	0,64					
Proteaceae				4,58	1,85	3,57	10,01	3,34
<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec.	3,62	14,03	4,68					
Rosaceae				0,38	1,85	0,04	2,28	0,76
<i>Rubus macrocarpus</i> Benth	0,04	0,74	0,25					
Rubiaceae				4,58	7,41	0,61	12,6	4,2
<i>Palicourea amethystine</i> (Ruiz & Pav.) DC.	0,07	1,81	0,6					
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	0,19	4,14	1,38					
<i>Palicourea apicata</i> Kunth.	0,06	1,56	0,52					
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	0,02	0,6	0,2					
Solanaceae				1,15	3,7	0,08	4,93	1,64
<i>Sessea graciliflora</i> Bitter.	0,01	0,47	0,16					

<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	0,07	0,99	0,33					
Teaceae				6,49	1,85	16,19	24,53	8,18
<i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl.	16,39	31,61	10,54					
Urticaceae				1,15	1,85	0,03	3,03	1,01
<i>Pilea goudotiana</i> Wedd.	0,03	1,41	0,47					
SUMATORIA	100	300	100	100	100	100	300	100

* Índice de valor de importancia de la especie; ** Índice de valor de importancia de la familia

El análisis de la estructura horizontal del cerro Chimayoy, permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. La vegetación del cerro Chimayoy está representada principalmente por *Freziera canescens* y *Weinmannia pubescens* (%IVI= 10,54 y 10,36; respectivamente), las cuales ya habían sido reportadas por Baca et al (2008) para el complejo volcánico Doña Juana. Estas especies hacen parte de las familias más representativas de la zona de estudio (Theaceae y Cunoniaceae, respectivamente) y representan un recurso renovable importante porque son refugio y anidación de aves, soporte para el desarrollo de bromelias, musgos, anturios, orquídeas y protegen el suelo evitando su erosión y empobrecimiento; los frutos en baya de *Freziera canescens* sirven de alimento para las aves.

A nivel de los géneros más representativos, los resultados coinciden con otros estudios desarrollados en bosques andinos como el realizado por Gentry (1994)¹⁴⁶, en dos fragmentos de bosque Altoandino, en la vereda “Santa Teresita” al costado Oriental de la Laguna de la Cocha, destacando especies del género *Weinmannia* sp. como las más características de la zona. Para el Complejo volcánico Doña Juana, por encima de los 2900 metros de altitud autores como Díaz y Ramírez (2003)¹⁴⁷, reportan que los bosque bajos del páramo del Volcán Doña Juana están dominados por *Weinmania mariquitae*, así como Perdomo (2007)¹⁴⁸, en la localidad “La Palma” en las laderas de dos de los volcanes de dicho complejo, aunque esta especie no se halló en el Cerro Chimayoy.

Igualmente, Cervera y Cruz (2000) en su evaluación ecológica de un bosque alto andino, ubicado en el área amortiguadora del Parque Nacional Natural “Los Nevados”, en el departamento del Tolima, reportaron a las especies *Weinmannia pubescens* y *Freziera arbutifolia* con valores IVI de 9,81% y 7,76%, respectivamente. Camacho y Hernández (2000), en su estudio ecológico del bosque Altoandino en el Cerro de Mamapacha, Boyacá, hallaron el mayor IVI para la especie *Weinmannia silvatica* (97.84%)¹⁴⁹.

En general, el género *Weinmannia* es representativo de bosques altoandinos desde Norte de Perú hasta Colombia, y para nuestro país desde Boyacá hasta Nariño (Bradford y Berry 1998, Morales 2005)^{150,151}.

¹⁴⁶GENTRY, Op. cit.

¹⁴⁷DIAZ, S. & RAMIREZ, B. Aspectos biogeográficos del páramo del volcán Doña Juana, flanco occidental. Departamento de Nariño. Rev. Asoc. De cienc. Biolog. Vol. (15) p: 89-95. 2001. universidad del Quindío.

¹⁴⁸PERDOMO, L. Op. Cit.

¹⁴⁹CAMACHO, A. HERNANDEZ, H. estudio ecológico del bosque altoandino en el Cerro de Mamapacha, Boyacá, 2000. escuela de biología. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

¹⁵⁰BRADFORD, J. & P.E. BERRY. 1998. Cunoniaceae. In: Steyermark, J.A., Berry, P.E. & Holst, B. (eds.), *Fl. Venez. Guayana* 4: 462- 469.

¹⁵¹MORALES, J.F. 2005. Nuevas especies de *Weinmannia* (Cunoniaceae) para Costa Rica y Colombia. *Novon* 15(2): 327-331.

Los porcentajes de importancia ecológica de las especies, varían en un rango que va desde 10,54% para *Freziera canescens* hasta 0,16% para las especies *Clibadium surinamense*, *Clidemia* sp., *Maytenus laxiflora*, *Bidens segetum* y *Sessea graciliflora*; esta variación sugiere la no semejanza del bosque en su composición, estructura, sitio y dinámica¹⁵².

Entre las familias más características del cerro Chimayoy se encuentra Cunoniaceae que con sólo dos especies fue la familia con más individuos y con una representatividad mayor según su índice de valor de importancia familiar ($IV_f = 9,31$), seguida por la familia Theaceae ($IV_f = 8,18$). Otras familias representativas del cerro incluyen Actinidaceae, Melastomataceae, Araliaceae, Ericaceae y Asteraceae. Estas familias se han registrado como comunes en estudios realizados en otros bosques andinos colombianos como lo reportado por Gentry en varias localidades Andinas de Colombia¹⁵³. Díaz (2003)¹⁵⁴, en el páramo del flanco occidental del Volcán Doña Juana de los Andes del Sur de Colombia. Narváez y Rosero (2004)¹⁵⁵ que en la reserva natural "Bosque el Común del Departamento de Nariño, Baca et ál. (2008)¹⁵⁶, en los páramos del complejo volcánico Doña Juana. Higueta y Álvarez (2004)¹⁵⁷, en un bosque Andino del Oriente Antioqueño y Arcos y Varona (2009)¹⁵⁸, en un bosque altoandino localizado en la vereda el Cofre, municipio de Totoró, Cauca entre otros.

Se debe destacar que familias como Melastomataceae y Asteraceae son ecológica y taxonómicamente importantes en los bosques andinos las que también han sido detectadas dentro de las más importantes en los bosques andinos del Ecuador (Valencia & Jørgensen 1992); es muy notorio el número de especies endémicas que hay en varios de estos grupos de plantas, tienen un amplio rango de distribución, algunos representantes se destacan por su carácter pionero, los frutos y semillas de muchas especies de estas familias constituyen una importante fuente de recursos puesto que hacen parte de la dieta de insectos y pequeños vertebrados¹⁵⁹.

Al comparar con los estudios anteriormente mencionados, es posible afirmar que la vegetación del cerro Chimayoy corresponde a un típico bosque altoandino colombiano. Especies como *Hyeronima macrocarpa* y *Miconia denticulata* son

¹⁵²LAMPRECHT, H. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana.1990. Pp. 64 - 92.

¹⁵³GENTRY, Op. cit.

¹⁵⁴DÍAZ, S. Diversidad florística del páramo del Volcán Doña Juana, Cordillera Centro-oriental de los Andes Colombianos. Grupo de estudios en manejo de vida silvestre y conservación. 2001. Universidad del Cauca.

¹⁵⁵NARVÁEZ Y ROSERO, Op. cit.

¹⁵⁶BACA, et ál. Composición florística de plantas vasculares en los páramos del complejo volcánico Doña Juana, departamento de Nariño. En: revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas. XLIII Congreso nacional de ciencias biológicas 2008.

¹⁵⁷HIGUITA Y ÁLVAREZ, Op. cit.

¹⁵⁸ARCOS Y VARONA, Caracterización fisonómica y estructural de un bosque altoandino en la vereda el Cofre finca potrero del Rio, municipio de- Totoró Cauca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 118-119.

¹⁵⁹www.ecologia.info. Enero 18 de 2012.

reconocidas por su importancia ecológica en bosques altoandinos nariñenses como en la Isla La Corota (Pantoja, 1999)¹⁶⁰ y en la reserva de Santa Helena - municipio de La Cruz (Munar et ál., 2004)¹⁶¹.

En el cerro Chimayoy también se encontraron especies de los géneros *Baccharis*, *Palicourea* y *Meriania* que no registran índices de valor de importancia ecológica tan altos; en contraste, estos géneros contienen especies muy importantes en otros bosques altoandinos de Colombia de acuerdo a lo reportado por Cadena et ál. (2004)¹⁶², quienes encontraron una prevalencia en relación al estrato arbustivo de especies del género *Baccharis* sp. en el Parque Nacional Natural El Cocuy, cordillera oriental Colombiana, municipio de Guicán, Boyacá. De otro lado, Samboni et ál. (2004)¹⁶³, registran a las especies *Palicourea angustifolia*, *Palicourea amethystina* y *Meriana* sp. con mayor densidad y frecuencia en un área boscosa de la vereda Hispala, Resguardo indígena de Puracé Departamento del Cauca.

5.4. Diversidad Alfa

Relación curva especies-área: La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo. El comportamiento de la Curva es idéntico al que propone Braun-Blanquet (1979)“ el número de especies de una comunidad determinada aumenta rápidamente a medida que lo hace la superficie, luego lo hace lentamente para aumentar cada vez más despacio hasta que apenas sufre cambios”.

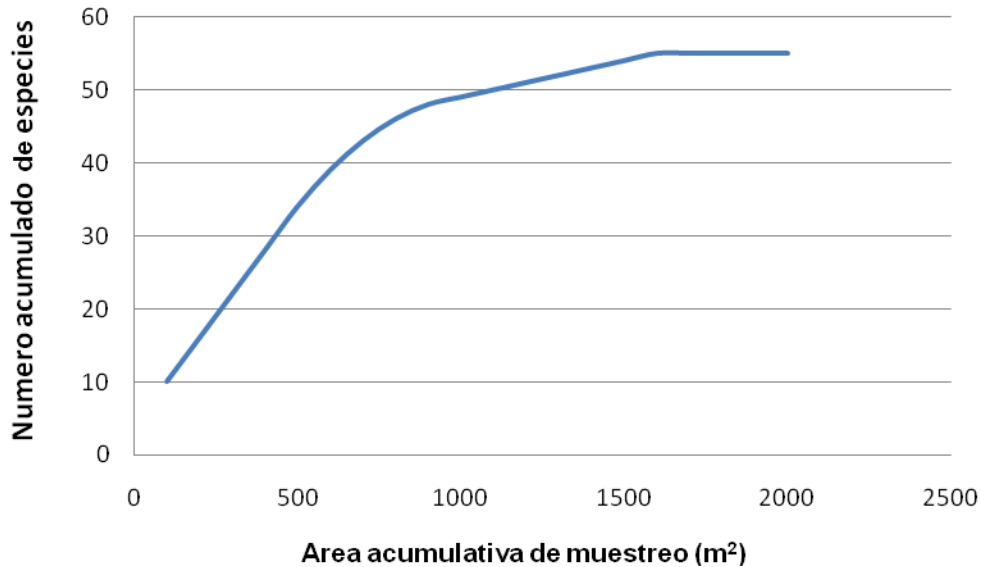
¹⁶⁰PANTOJA, 1999. Op. Cit.

¹⁶¹MUNAR et ál., 2004

¹⁶²CADENA et. al, Op. Cit.

¹⁶³SAMBONI et. al, Op. Cit.

Figura 15. Curva de acumulación de especies. Fuente: ésta investigación.



De acuerdo a la curva obtenida (Figura 15), el área mínima de muestreo se obtuvo a los 1600m², punto donde la asíntota se estabiliza, indicando que se tuvo un adecuado muestreo, pues aunque se aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies. Esto demuestra que el área explorada en este estudio (2000 m²) es suficiente para dar una idea precisa de la composición florística de la zona de estudio. Rangel y Velázquez (1997) consideran que para Alta montaña entre 2200 y 3000 m de altitud, 500 m² es una adecuada superficie para inventarios.

Los valores del índice de Simpson (cercanos a 0,9) y los del índice de Shannon (cercanos a 3) son similares para todas las cotas, además el índice de equitabilidad de Pielou fue superior a 0,8 para todas las cotas y no hubo diferencias significativas (p=0,63) en la diversidad alfa de las cotas estudiadas de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 15).

Tabla 15. Índices de diversidad de especies en el cerro Chimayoy

	2700	2800	2900	3000
Taxa S	23	31	28	27
Individuos	158	160	234	284
Dominancia ()	0,10	0,08	0,06	0,07
Simpson 1-	0,90	0,92	0,94	0,93
Shannon H'	2,62	2,89	2,99	2,81
Equitabilidad de Pielou J'	0,84	0,84	0,90	0,85
Kruskal-Wallis (estadístico H)	1,73 (p= 0,63) diferencias no significativas			

De acuerdo con los datos de interpretación propuestos por Caviedes, la diversidad alfa según Shannon – Wiener es Muy Alta para las cuatro cotas altitudinales del cerro Chimayoy, contrario a lo hallado por Narváez y Rosero (2004), quienes en bosques primarios poco intervenido y bosque secundario de la Reserva natural “Bosque el Común” ubicado en la rama occidental del nudo de los Pastos, para vegetación arbórea y arbustiva a una altura de 2200 a 2600 m.s.n.m., reportan una baja diversidad, con predominio de muy pocas especies.

Esta alta diversidad en el bosque de Chimayoy se debe posiblemente a que el área de estudio es un área de transición entre bosque Andino y Altoandino sometida a procesos de fragmentación. Según Williams (1990)¹⁶⁴ y López (2004)¹⁶⁵, las zonas de transición o límites son hábitats fronterizos que presentan una mayor diversidad biológica, debido a que constituyen áreas de transición, contacto o separación entre dos o más comunidades vegetales contiguas. Además están a su vez conectadas por flujos de organismos, materia, energía e información (Cadenasso et al. 2003)¹⁶⁶.

Un concepto de gran importancia en los estudios de diversidad biológica es el de uniformidad o equidad. Los índices de Shannon (H') y de equitabilidad de Pielou (J), tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. Así, se obtuvo valores de H' cercanos a 3, y valores de J superiores a 0,8 para todas las cotas estudiadas. Lo anterior sugiere que las especies reportadas se distribuyeron equitativamente (en abundancia) en cada cota. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Ocaña (2005)¹⁶⁷ y por Galindo y Cárdenas (1999)¹⁶⁸ quienes reportan la composición florística en las cotas trabajadas no presenta una disminución del número de especies a medida que aumenta la altitud.

No todas las 54 especies se hallaron en las cuatro cotas, la cota de los 2800 m.s.n.m., mostró mayor número de especies (31), aunque fue la que presentó comportamiento disímil respecto a la dinámica natural de todo el bosque. Los índices de diversidad alfa o diversidad dentro del hábitat, no fueron significativamente diferentes ($p=0,63$) entre las cotas estudiadas, y en general, éstas presentaron una baja dominancia de especies, sugiriendo una alta

¹⁶⁴WILLIAMS-LINERA G., 1990. Origin and Early Development of Forest Edge Vegetation in Panama. *Biotropica*, 22 (3): 235-241.

¹⁶⁵LÓPEZ F. 2004. Estructura y función en bosques. *Ecosistemas*, 13 (1): 1-14

¹⁶⁶CADENASSO et al. 2003. An interdisciplinary and synthetic approach to ecological boundaries. *BioSciences*, 53(8):717-722.

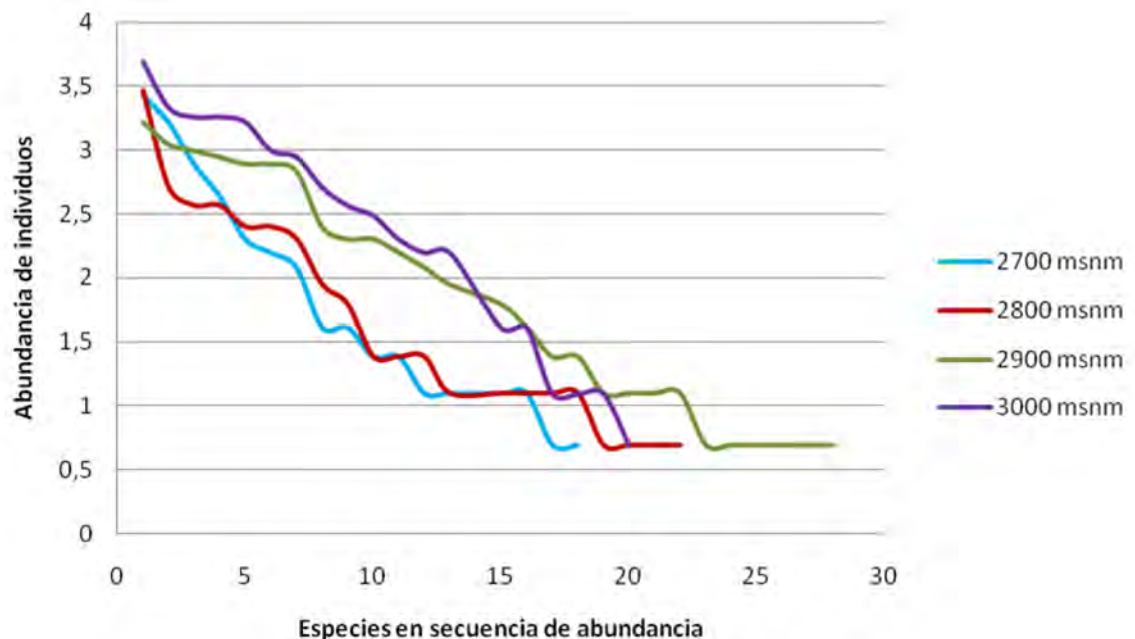
¹⁶⁷OCAÑA FIGUEROA YIRA GELIT. Caracterización florística y estructural de unidades de bosque altoandino en las Veredas Minas y Patios Altos, Encino-Santander. *Colombia Forestal*, 2005-11-00 vol:9 nro:18 pág:70-86.

¹⁶⁸GALINDO & CARDENAS. 1999. Estudio de Vegetación en el Santuario de Fauna y Flora Guanentá-Alto río Fonce, departamentos de Santander y Boyacá. Tesis de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.

diversidad, contrario a lo que hallaron Narváez y Rosero (2004)¹⁶⁹ para el bosque de El Común, que reportan en su estudio valores de baja diversidad.

La curva de abundancia relativa de las cuatro cotas (Figura 16) presenta un patrón similar; la mayoría de las especies están representadas por pocos individuos y unas cuantas (6 especies) presentan alta abundancia. Se puede observar que a 3000 m.s.n.m. se encuentran más individuos por especie que en las otras tres cotas. La pendiente de la curva de abundancia relativa es menos pronunciada a los 2900 m.s.n.m., así como también el número de individuos de la especie más abundante.

Figura 16. Curvas de abundancia relativa de las cotas estudiadas. Fuente: ésta investigación.



La representación gráfica de las comunidades por medio de las curvas de abundancia relativa (Figura 16), indican la riqueza de las cotas. De acuerdo a la clasificación de Marrugan (1988)¹⁷⁰, la abundancia de las especies tiene una distribución lognormal o Logarítmico-normal, es decir, que las cotas 2700 – 3000 m.s.n.m. se caracterizan por tener especies de dominancia intermedia y especies raras. Estos resultados son consistentes con los índices de importancia de las especies, frecuencia, densidad y cobertura de las mismas; así, las especies *Freziera canescens* y *Weinmannia pubescens* serían especies de dominancia intermedia, seguidas por un segundo grupo de especies con dominancia

¹⁶⁹NARVÁEZ Y ROSERO. Op. Cit.

¹⁷⁰MARRUGAN A. 1988. Ecology diversity and it's measurement. New Jersey. Princeton. 179 P.

intermedia baja formado por *Saurauia brachybotys* Turcz, *Oreopanax nigrum* Cuatrec., *Hyeronima macrocarpa* Schltr, *Clusia multiflora* Kunth., *Viburnum triphyllum* Benth. y *Roupala pachypoda* Cuatrec. y las restantes 46 especies serían raras o con baja importancia ecológica.

En general, el aumento progresivo de especies a medida que se asciende, se explica mediante la hipótesis de que la riqueza de especies inicialmente aumenta a un máximo debido a la inmigración tras disturbios, y posteriormente disminuye en respuesta a la competencia por luz y nutrientes, por consiguiente, la riqueza de especies tiene un pico en etapas sucesivas intermedias (Grime 1979)¹⁷¹ y (Huston 1987)¹⁷².

5.5 Coeficiente de Similitud.

Los índices de similitud de Sorensen, Morisita-Horn y Bray Curtis indican la relación que hay en la diversidad entre las cotas, la cual se expresa en el grado de perturbación que se presenta en cada cota altitudinal (Tabla 16 y Figura 17).

Cuantitativamente, la similitud pudo medirse utilizando en índice de Morisita-Horn (Tabla 15), el cual relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y totales. El resultado obtenido, indica mayor similitud entre las cotas 2900 y 3000 m.s.n.m (0,87). Los valores de similitud obtenidos entre las demás cotas significa que existen varias comunidades vegetales en el cerro y que muchas especies se distribuyen acorde al rango altitudinal.

El análisis del coeficiente de similaridad expresa la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especies. En el presente estudio, se evaluó esta semejanza a través de los índices de Bray-Curtis (Dendograma en la Figura 17) y de Sorensen (Tabla 16). Los resultados muestran que la mayor similaridad se presentó entre las cotas 2900 y 3000 m.s.n.m. (~0,8); es decir, que en estas comunidades se comparten más especies que con las otras, por lo tanto presentan un menor grado de recambio de especies. La cota de los 2700 m.s.n.m. es la que presenta la menor similitud con las otras cotas de estudio.

Algunos autores afirman que los disturbios en intensidades intermedias pueden aumentar la riqueza al disminuir la dominancia de una o pocas especies, con lo que se liberan recursos para otras menos competitivas, y/o incrementan la heterogeneidad ambiental (Denslow 1985, White & Pickett 1985, Tilman & Pacala 1993)^{173,174,175}. Vis (1995)¹⁷⁶ encontró para el Parque Nacional Natural Los

¹⁷¹GRIME, J. P. 1979. Plant strategies and Vegetation Processes. John Wile y and Sons. New York. 222 pp.

¹⁷²HUSTON, M. y SMITH T. 1987. Plant succession: life history and competition. American Naturalist. 130: 168 – 198.

¹⁷³DENSLow, J.S. 1985. Disturbance-mediated coexistence of species. Págs. 307-321 en: S. Pickett & P. White (eds.), The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, San Diego.

Nevados que algunas áreas con intensidades moderadas de pastoreo, la riqueza de especies aumentaba debido principalmente a la mayor heterogeneidad ambiental.

Los datos manifiestan la mayor similitud entre las cotas 2900 y 3000, y la menor similitud entre las cotas de 2700 y 3000. Estos resultados están demostrando claramente que a 2700 hay una mayor perturbación en el bosque, debido a las actividades antrópicas que allí se practican como agricultura, ganadería y tala. Datos similares reportan Mosquera y Figueroa (2009) al comparar dos áreas de bosque altoandino en el Municipio de Puracé, quienes hallaron que entre los dos bosques se presentó una baja similitud (0.52) debido a las alteraciones de origen antrópico.

Tabla 16. Índices cualitativos (Sorensen) y cuantitativos (Morisita-Horn) de similitud entre las cotas estudiadas.

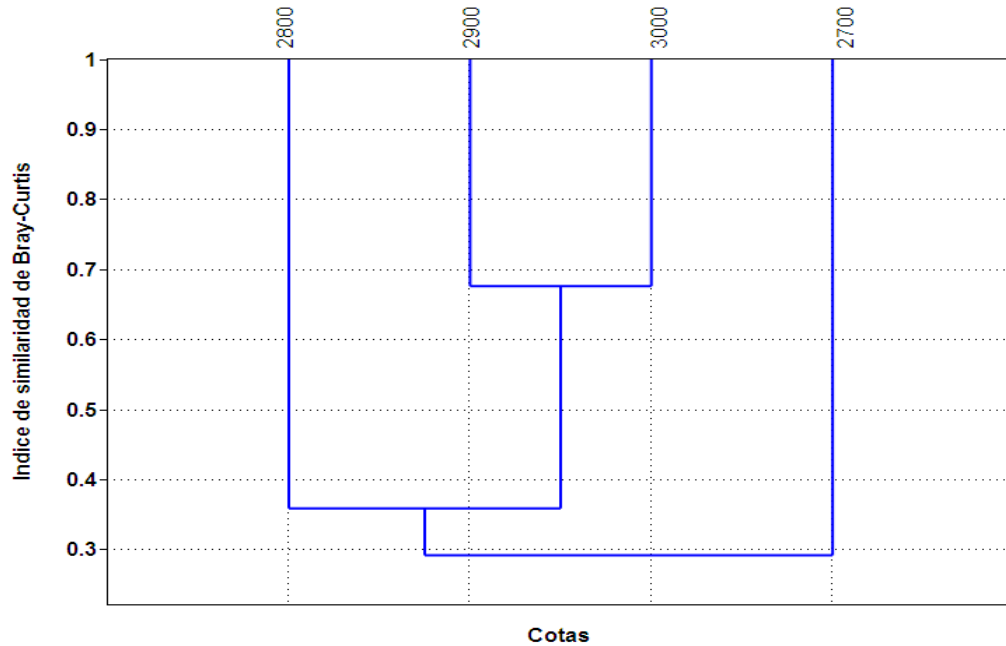
Comparación	Sorensen	Morisita-Horn
	Similaridad (C_s)	Similaridad (I_M)
2700-2800	0.52	0.30
2700-2900	0.35	0.38
2700-3000	0.32	0.38
2800-2900	0.61	0.54
2800-3000	0.55	0.35
2900-3000	0.80	0.87

¹⁷⁴TILMAN, D. & S. PACALA. 1993. The maintenance of species richness in plant communities. Págs. 13-25 en: D. Shulter & R. Ricklefs (eds.), Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives. The University of Chicago Press, Chicago & London.

¹⁷⁵WHITE, P. & S. PICKETT. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. Págs. 3-13 en: S. Pickett & P. White (eds.), The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, San Diego.

¹⁷⁶VIS, M. 1995. Procesos and patterns of erosion in natural and disturbed Andean forest ecosystems. Págs. 17-182 en: T. van der Hammen & A.G. Dos Santos (eds.), La Cordillera Central Colombiana, transecto Parque los Nevados (tercera parte). Estudios de Ecosistemas Tropandinos vol 4. J. Cramer, Berlín.

Figura 17. Dendograma de las cotas basado en el índice de similitud de Bray-Curtis; Coeficiente de correlación de PEARSON= 0.98.



Fuente: ésta investigación.

En general, el análisis de similitud para el cerro Chimayoy sugiere que la distribución de las especies se relaciona con el rango altitudinal permitiendo definir tres comunidades a saber: la comunidad que abarca las cotas de 2900 y 3000 m.s.n.m, la comunidad de la cota de los 2800 m.s.n.m y la comunidad de los 2700 m.s.n.m. Esta última no solo es la que más difiere de las demás (Figura 17), sino que además contiene la menor cantidad de individuos, familias, géneros y especies.

5.6. Patrón de distribución espacial

De acuerdo a la distribución espacial analizada por el índice de dispersión de Morisita (I_d), los individuos de 30 especies (55,5%) presentan un patrón de distribución agregado, en 15 especies (27,7%) los individuos se distribuyen aleatoriamente, y a 9 (16,6%) especies no fue posible determinar su dispersión puesto que solo se encontró un individuo de cada una (Tabla 17).

Tabla 17. Distribución espacial de las especies de acuerdo al índice Morisita (Id).

Especie	*Id	**Chi ²	Distribución
Actinidaceae			
<i>Saurauia brachybotys</i> Turcz	1.82	46.71	Agregada
<i>Saurauia</i> sp.	0.95	18.71	Aleatoria
Araliaceae			
<i>Oreopanax nigrum</i> Cuatrec.	1.35	30.71	Aleatoria
Asteraceae			
<i>Baccharis granadina</i> Cuatrec.	-	-	-
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)	11.43	92.00	Agregada
<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	-	-	-
<i>Clibadium surinamense</i> L.	-	-	-
<i>Critoniopsis</i> sp.	10.00	46.00	Agregada
<i>Liabum igniarium</i> (Bonpl.) Less.	3.33	26.00	Aleatoria
Brunelliaceae			
<i>Brunellia putumayensis</i> Cuatrec.	-	-	-
Caprifoliaceae			
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	2.19	80.96	Agregada
Celastraceae			
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	-	-	-
Chloranthaceae			
<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms	2.46	77.54	Agregada
Clusiaceae			
<i>Clusia multiflora</i> Kunth.	1.45	41.20	Agregada
Cunoniaceae			
<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth.	1.78	26.00	Aleatoria
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth.	1.09	25.22	Aleatoria
Cupressaceae			
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	20.00	171.00	Agregada
Cyatheaceae			
<i>Cyathea</i> sp.	1.90	31.67	Agregada
Dicksoniaceae			
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	-	-	-
Elaeocarpaceae			
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	1.66	33.52	Agregada
Ericaceae			
<i>Bejaria glauca</i> Bonpl.	2.58	58.62	Agregada
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.) Hoer	20.00	76.00	Agregada
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	6.67	30.33	Agregada
<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	2.17	36.50	Agregada
Euphorbiaceae			
<i>Hyeronima macrocarpa</i> Schltr.	1.96	61.22	Agregada

Especie	*Id	**Chi ²	Distribución
Gesneriaceae			
<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	20.00	38.00	Agregada
Lamiaceae			
<i>Lepechinia</i> sp.	20.00	57.00	Agregada
<i>Lepechinia vulcanicola</i> J.R.I. Wood	7.64	85.36	Agregada
Lauraceae			
<i>Persea americana</i> Mill.	-	-	-
Melastomataceae			
<i>Clidemia</i> sp.	-	-	-
<i>Meriania</i> sp.	0.00	18.00	Aleatoria
<i>Meriania splendens</i> Triana	0.00	17.00	Aleatoria
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	2.34	85.86	Agregada
<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	5.93	83.14	Agregada
Mimosaceae			
<i>Inga</i> sp.	10.00	46.00	Agregada
Monimiaceae			
<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	1.32	24.18	Aleatoria
Myricaceae			
<i>Morella pubescens</i> (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur	4.34	119.32	Agregada
<i>Morella singularis</i> Parra-O.	2.00	23.00	Aleatoria
Myrsinaceae			
<i>Geissanthus serrulatus</i> (Willd.) Mez	1.82	27.18	Aleatoria
<i>Cybianthus</i> sp.	2.22	28.78	Aleatoria
<i>Geissanthus andinus</i> Mez.	3.56	42.00	Agregada
<i>Geissanthus</i> sp.	1.96	35.33	Agregada
Myrtaceae			
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	6.00	39.00	Agregada
Poaceae			
<i>Chusquea</i> sp.	0.00	16.00	Aleatoria
Proteaceae			
<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrec.	1.55	47.75	Agregada
Rosaceae			
<i>Rubus macrocarpus</i> Benth	20.00	57.00	Agregada
Rubiaceae			
<i>Palicourea amethystine</i> (Ruiz & Pav.) DC.	8.00	54.00	Agregada
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	3.83	61.50	Agregada
<i>Palicourea apicata</i> Kunth.	3.33	26.00	Aleatoria
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	20.00	38.00	Agregada
Solanaceae			
<i>Sessea graciliflora</i> Bitter.	-	-	-
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	0.00	18.00	Aleatoria
Theaceae			
<i>Freziera canescens</i> Humb. & Bonpl.	1.21	35.18	Agregada
Urticaceae			

Especie	*Id	**Chi ²	Distribución
<i>Pilea goudotiana</i> Wedd.	0.00	17.00	Aleatoria

* Índice de dispersión de Morisita ** Valor teórico Chi² = 30,1 (gl= 19; confianza 95%)- No se logró determinar porque la especie solo estaba representada con un individuo.

De acuerdo al índice de distribución de Morisita (Tabla 17), la mayoría de las especies en el cerro Chimayoy se distribuyen de manera agregada; lo que indica una alta probabilidad de encontrar un conoespecífico cerca de otro. Los patrones agregados en este tipo de bosques son explicados por la heterogeneidad del hábitat y del ambiente característicos de esta región de bosque andino, donde la geografía genera microclimas diferenciales para el desarrollo de árboles y arbustos. Por otro lado, la geografía y el clima del cerro Chimayoy son causa probable del gregarismo de la mayoría de las especies, sin embargo, el patrón de distribución de los árboles y arbustos también puede estar influenciado por los dispersores que hay en el cerro como aves y pequeños mamíferos, o por las actividades antrópicas, que también pueden incidir en el gregarismo de algunas especies (por la extracción del recurso maderable).

Las especies que tuvieron un patrón de distribución aleatorio se distribuyeron equitativamente en los transectos estudiados, lo que podría ser una señal de la buena condición fisiológica de las plantas que les permite tolerar los cambios climáticos propios de este tipo de bosque andino. Los patrones de distribución de muchas especies del bosque andino son especialmente vulnerables a cambios climáticos como el fenómeno del Niño, y el grado de gregarismo puede incidir en la vulnerabilidad de las especies. Las especies con poca abundancia y distribución agregada son vulnerables a desaparecer si el microclima en el que se desarrollan cambia¹⁷⁷.

Los resultados presentados en este estudio evidencian las actividades antrópicas que están sucediendo en el cerro. Las poblaciones humanas han generado un impacto considerable en la abundancia y diversidad de la flora del cerro, así como también en su hidrología natural. La presencia de árboles más jóvenes en la base del cerro sugiere que se está extrayendo el recurso maderable, y junto con la ampliación de los sistemas silvopastoriles, están provocando la pérdida de la cobertura vegetal en las quebradas. La extracción de árboles y arbustos en la zona constituye una amenaza para la región porque desestabiliza la regulación hídrica, pone en peligro la diversidad de otras especies que se favorecen de estas y genera cambios en la estructura del bosque y en los diferentes hábitats.

¹⁷⁷CASTAÑO-URIBE, C. Colombia alto andina y la significancia ambiental del bioma páramo en el contexto de los andes tropicales: una aproximación a los efectos futuros por el cambio climático global (global climatic tensor). Aproximación al efecto del Global Climatic Tensor en el Bioma Páramo. Libro de paramos. Banco de la Republica de Colombia. Libro de paramo. P24-49.[Revisión, Junio de 2011]
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/colombia-alto.pdf>.

La abundancia y diversidad de recursos que aún permanecen en el cerro Chimayoy como son la flora, los procesos ecológicos, los hábitats, los refugios para la fauna y la malla hidrográfica, lo convierten en una región que debería ser prioritaria para los programas de conservación. La protección del recurso hídrico en el cerro es necesaria para garantizar la disponibilidad de agua en los acueductos de los municipios de La Unión, Belén, San Pedro de Cartago y San Bernardo, y para sus actividades económicas.

En general, las normas que protegen al cerro, por hacer parte de la Zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Complejo Dona Juana – Cascabel, no son conocidas por sus pobladores, quienes explotan sus recursos sin que exista un control ni buen manejo de los mismos¹⁷⁸. Todas las anteriores situaciones representan una clara amenaza a la calidad de vida de los pobladores.

¹⁷⁸ARTEAGA, J. et.al. 2010. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO-Huella Ambiental, Consultores E.U.

CONCLUSIONES

En las cuatro cotas altitudinales del cerro Chimayoy se reportan 54 especies pertenecientes a 45 géneros y 31 familias, correspondiendo la gran mayoría a plantas eudicotilecóneas, siendo la familia Asteraceae la más rica en número de géneros.

Freziera canescens y *Weinmannia pubescens* son las especies de hábito arbóreo más representativos y de mayor importancia ecológica para el Cerro Chimayoy. Además también hacen parte de las dos familias representativas del cerro (Theaceae y Cunoniaceae, respectivamente).

El comportamiento de “J” invertida de las clases diamétricas y de las clases de altura de las especies arbustivas y arbóreas en el cerro Chimayoy indica una vegetación dinámica, lo cual está garantizando la continuidad del proceso de regeneración y el desarrollo y mantenimiento en el tiempo del ecosistema.

Los índices de diversidad y riqueza indican que el cerro Chimayoy posee un bosque heterógeno a pesar de las actividades antrópicas que se desarrollan en esta zona.

La vegetación encontrada en el cerro Chimayoy presenta una alta diversidad alfa y rareza de sus especies; la composición florística de las cotas trabajadas es cambiante a lo largo del rango altitudinal, sin embargo, no presenta una disminución en el número de especies a medida que aumenta la altitud del cerro.

Las actividades antrópicas realizadas en El Cerro Chimayoy son la causa principal de la baja similitud que se presenta entre la menor y mayor cotas altitudinales.

Para el Cerro Chimayoy se registran las especies *Lepechinia vulcanicola* y *Brunellia putumayensis* en categoría de vulnerables y *Cyathea sp.* y *Dicksonia sellowiana* en categoría II de Cites, lo cual confirma la vulnerabilidad de esta zona.

La riqueza de la vegetación arbórea y arbustiva, la presencia de especies amenazadas, y los bienes y servicios ambientales que el Cerro Chimayoy ofrece, indican que ésta zona todavía puede ser conservada y merece atención prioritaria.

RECOMENDACIONES

Se recomienda de manera urgente realizar programas de conservación que incluyan:

- Educación ambiental para generar conciencia sobre el uso y el cuidado de los recursos naturales que se encuentran en el cerro y dada su relevancia hídrica es necesario desarrollar procesos de restauración ecológica.
- El desarrollo de planes de manejo ambiental por parte de las instituciones competentes, para garantizar una política de manejo que permita el uso sostenible de los recursos y sea ecológicamente amigable.
- Aplicar las leyes que rigen en los parques naturales y las zonas de amortiguación de los páramos de Colombia. Así pues para que el proceso de sucesión natural siga su curso dependerá de la gestión gubernamental en pro de mejorar la calidad de vida de la comunidad, muchas veces se ven en la necesidad de talar un árbol para suplir las necesidades más básicas.
- Realizar estudios acerca de los diferentes mecanismos de polinización, dispersión y viabilidad de las especies visitadas, que expliquen las razones de regeneración y proporcione argumentos para dilucidar la dinámica sucesional del bosque, así como también estudiar la presencia de bancos de semillas de las especies más raras y amenazadas.
- Es importante realizar inventarios florísticos que incluyan la vegetación más característica de los ecosistemas andinos colombianos, en los cuales predomina una alta diversidad de epífitas (briofitos, árnicas, teridofitos, licopodios) y una gran variedad de orquídeas

BIBLIOGRAFÍA

- ARGÜELLO, S. 2003. Plan de ordenamiento y manejo ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana y su área de influencia. IDEAM: convenio FONADE No. 2016591. (No. 006 CORPONARIÑO, 071 IDEAM). Tomo III.
- ARCOS Y VARONA, Caracterización fisonómica y estructural de un bosque altoandino en la vereda el Cofre finca potrero del Rio, municipio de- Totoró Cauca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 118-119.
- ARROYAVE, F.P. 2007. Contribución de la precipitación horizontal al ciclo hidrológico de los páramos, con referencia inicial al páramo de Guerrero. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 112 p.
- ARTEAGA, J., DELGADO, A. 2010. IBARRA, M. Informe Áreas protegidas SIRAP-Nariño. Subregional Norte. CORPONARIÑO- Huella Ambiental, Consultores E.U.
- ATAROFF, M. y F. RADA. 2000. «Deforestation Impact on Water Dynamics in a Venezuelan Andean Cloud Forest». *Ambio* 29: 440-444.
- AVENDAÑO, D. 2007. Biomasa y capacidad de almacenamiento de agua de las epífitas en el Páramo de Guerrero (Cundinamarca, Colombia). Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín. 78 p.
- BACA, A., LARA, C., MONCAYO, N. 2008. Composición florística de plantas vasculares en los páramos del complejo volcánico doña Juana, departamento de Nariño. En: revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas. XLIII Congreso nacional de ciencias biológicas.
- BACA G., A.E. 2009. Estado actual del recurso florístico de los páramos del Departamento de Nariño. En: Narváez, G. y Baca G. A. E. 2009. Estado del arte de la información Físico Biótica de los páramos del departamento de Nariño. En prensa. Universidad de Nariño, Pasto.
- BARBOUR, M.G., J.H. BURK, AND W.D. PITTS. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Chapter 9: Method of sampling the plant community. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publishing Co.
- BONELL, M. 2005. «Runoff generation in tropical forests». En: Bonell, M. y L.A. Bruijnzeel (Eds.), *Forest-Water-People in the Humid Tropics: Past*

Present and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management. Cambridge University Press. Cambridge.

- BOURGERON, P. 1983. Spatial aspects of vegetation. In: Golly. F. B. (Ed). Tropical Rain Forest Ecosystem, structure and function. Elsevier, Amsterdam. p 29-48.
- BRAUN, BLANQUET, 1979. J. Fitosociología bases para el estudio de las comunidades vegetales, H. Blume Ediciones. Madrid.
- BRADFORD, J. & P.E. BERRY. 1998. Cunoniaceae. In: Steyermark, J.A., Berry, P.E. & Holst, B. (eds.), *Fl. Venez. Guayana* 4: 462- 469.
- BREHM, G., J. HOMEIER, K. FIEDLER, I. KOTTKE, J. ILLIG, N.M. NÖSK e, F. WERNER, y S.-W. BRECKLE. 2008. «Mountain Rain Forests in Southern Ecuador as a Hotspot of Biodiversity – Limited Knowledge and Diverging Patterns». In Beck, E., J. Bendix, I. Kottke, F. Mak eschin, y R. Mosa ndl. (Eds.). 2008. Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. Analysis and Synthesis. Ecological Studies, Vol. 198: 15-25
- BUSTAMANTE, R.O., J.A. SIMONETTI, A.A. GREZ & J. San Martín 2005. Fragmentación y dinámica de regeneración del bosque Maulino: diagnóstico actual y perspectivas futuras. In: (C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto & C. Valdovinos, eds), "Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile", pp. 529-539. Editorial Universitaria, Santiago.
- CADENA, J. SILVA, V. NIÑO, G. 2004. Caracterización y composición florística del bosque altoandino en el parque Nacional Natural El Cocuy, Cordillera Oriental Colombiana. Facultad de ciencias agrarias y ambiente. Universidad francisco de Paula Santander.
- CADENASSO M.L, PICKETT S.T., WEATHERS K.C., BELL S.S., BENNING T.L., CARREIRO M.M. y DAWSON T.E. 2003. An interdisciplinary and synthetic approach to ecological boundaries. *BioSciences*, 53(8):717-722.
- CALLE, Z. 1994. Comparación de la estructura y composición florística de dos fragmentos manejados de bosque altoandino. En: *Diversidad Biological y Dialogo de saberes. Memorias del curso de campo sobre biodiversidad y recursos genéticos indígenas y campesinos.*
- CAMACHO, A. HERNÁNDEZ, H. 2000. Estudio ecológico del bosque Altoandino en el Cerro de Mamapacha, Boyacá. Escuela de Biología. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

- CANTILLO, E. AVELLA, A. RODRIGUEZ, K. Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la vegetación arbórea en la reserva forestal Carpatos (Guasca Cundinamarca). En: III Congreso Colombiano de Botánica. Popayán noviembre, 2004. p 83.
- CARVAJAL y RIVERA. Caracterización florística del bosque de roble "el paramo de la Floresta" y sus relaciones con otras áreas Andinas de Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 60.
- CARVAJAL y RIVERA. Estructura y estado de conservación del bosque de Roble "El paramo -la Floresta", Serranía de Yariguies, Santander Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 60.
- CARRIOZA, U. 1990. La selva Andina. En: U.J. &C. Hernández (eds). Selva y futuro. p. 151-184. El sello editores. Bogotá, Colombia.
- CARRIOZA, S. Contribución al conocimiento de la estructura de u bosque nublado altoandino en la cordillera oriental, Cundinamarca Colombia. En: Trianea Act, Ciet. Tecn. INDERENA, 1991. 4:409-736 pp.
- CASTAÑO, N. BETANCUR, J. PARRADO, A. Estructura y composición florística de un bosque de tierra firme en la región del medio Río Caquetá, Amazonia Colombiana. En: III Congreso Colombiano de Botánica. 2005. p 125.
- CASTAÑO-URIBE, C. Colombia alto andina y la significancia ambiental del bioma páramo en el contexto de los andes tropicales: una aproximación a los efectos futuros por el cambio climático global (global climatic tensor).
- CAVIEDES, C. BLANCA, M. 1999. Manual de métodos y procedimientos estadísticos. (Alberto Ramírez).
- CAVELIER. *et al.* Bosques nublados del neotropico. En: Kapelle, M. & A. D. Brown (eds). Instituto nacional de biodiversidad, Costa Rica. 2001 p. 443-496.
- CRAWLEY, M. J. Plant ecology. Second edition. Blackwell Science. Oxford. 1997. 720 P.

- CRUZ, S. Plan de ordenamiento y manejo ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana y su área de influencia. IDEAM. Tomo I. Bogotá, mayo 2003.
- CUATRECASAS, J. Observaciones geobotánicas en Colombia. Madrid, España. Trab. Musc. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot. 27:1-44, 1934.
- _____ . Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista acad. Colom. Cienc. 10 (40): 221-268. 1934.
- _____ . Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Perez-Arbelaezia. 2(8): 155-285, 1989.
- DELGADO, A.; RUIZ S., ARÉVALO L., CASTILLO G., VILES N., CALDERÓN J., CAÑIZALES J., MUÑOZ Y., RAMOS R. (Eds). Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006 – 2030. - Propuesta Técnica. Corponariño, Gobernación de Nariño - Secretaría de Agricultura, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN - Territorial Surandina, Universidad de Nariño, Universidad Mariana y Asociación para el Desarrollo Campesino. Pasto. 2006. 525 p.
- DENSLOW, J.S. 1985. Disturbance-mediated coexistence of species. Págs. 307-321 en: S. Pickett & P. White (eds.), The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, San Diego.
- DIAZ, S. 2001. Diversidad florística del páramo del Volcán Doña Juana, Cordillera Centro-Oriental de los Andes Colombianos. Grupo de estudios en manejo de vida silvestre y conservación. Universidad del Cauca.
- DIAZ, S. L, RAMIREZ B. Fragmentación y caracterización florística de dos bosques de la cuenca del Rio Palacè, Municipio de Totoro Cauca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 77-78.
- _____ . _____ 2003. Aspectos fitogeograficos del páramo del volcán de Doña Juana, Flanco occidental, departamento de Nariño, Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia Biológicas. Universidad del Quindío. enero a julio de. Vol 15. Pág. 89-95.
- _____ . _____ Caracterización de Comunidades de Páramo en el flanco occidental. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. Universidad del Cauca 2001.

- DONOGHUE M.J., DOYLE J.A. y CANTINO P.D. 2007. *Eudicotyledoneae*: new clade name. *En*: P.D. Cantino, J.A. Doyle, S.W. Graham, W. S. Judd, R.G. Olmstead, D. E. Soltis, P.S. Soltis & M.J. Donoghue. 2007. Towards a phylogenetic nomenclature of Tracheophyta. *Taxon* 56 (3) 822–846. Pag. E 26.
- DUBOIS, J. 1980. Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales, por sistemas naturales y seminaturales. p 38.
- Estación climatológica de las cuencas de los Ríos Mayo y Juanambu, 2003.
- FERNÁNDEZ-ALONSO, J.L. & RIVERA-DÍAZ, O. 2006. Labiatae, pp. 385-582. In: García, N. & Galeano, G. (eds.), Libro Rojo de Plantas de Colombia - 3. Serie Libros Rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.
- FERWERDA W., L. HAD EED, T. MCSHANE y S. RIETBERGEN S., con la asistencia de S. STOLTON y N. DUDLEY. 2000. Bosques Nublados Tropicales Montanos. WWF International/IUCN The World Conservation Union.
- FRANCO, P. 1982. Estudios fitoecológicos en el Parque Nacional Chingaza (Cundinamarca). Tesis de grado. 71 pp. Depto. Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- GENTRY, A.1982. Phytogeographic patterns in northwest south América and southern central America as evidence for a Choco refuge. In: G. prance (ed). *Biological diversification in the tropics*: p 112. Columbia. Univ. Press. New York.
- _____.. Comparación de la estructura y composición florística de dos fragmentos manejados de bosque Altoandino. *En*: *Diversidad Biológica y dialogo de saberes*. Cali, 1994. p214.
- _____.Citado por SILVERSTONE, P.A. 1998. Guía de metodología para el Laboratorio de Ecología Vegetal. Universidad del Valle. 1982.
- GIRALDO- CAÑAS, D. 1993. estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central. *En* churchill, s.p., Balslev, H., Forero, E. y Lutein, J.L. (eds) *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*.

- GONZÁLES, M. RAMIREZ, B. 1998. caracterización de algunos paramos de la cordillera Centro-oriental en el sur de Colombia. Universidad de Nariño.
- GRIME, J. P. 1979. Plant strategies and Vegetation Processes. John Wile y and Sons. New York. 222 pp.
- HALFFTER, G. La diversidad biológica en Iberoamérica I. CYTED-D. Programa Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. México, 1992. 388 p.
- HALLE, F., OLDEMAN, R. A. A. & TOMLINSON, P. B. 1978. Tropical trees and forest: an architectural analysis. Springer. Berlin. p 254.
- HIGUITA, D. ALVAREZ, E. estructura y composición florística de un bosque andino del oriente Antioqueño. En: III Congreso Colombiano de Botánica. p 142.
- HOFSTEDE, R. 1995. «The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in Colombian páramo grasslands». Plant Soil 173:111–32.
- HUSTON, M. y SMITH T. 1987. Plant succession: life history and competition. American Naturalist. 130: 168 - 198.
- HUTCHINSON, I. D. 1990. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. In: Commonwealth Forestry Review. Vol. 69. No 3. p. 113 – 132.
- INGRAM, S.W. y NADKARNI, N.M. 1993. «Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica». Biotropica 25: 370–383.
- KATTAN Y ALVAREZ. 1995. Citado por GARY STILES. Inventario de las aves de un bosque Altoandino. Caldasia 20(1): 80 p.
- LAMPRECHT, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los Bosques Tropicales. En: Acta Científica Venezolana. Vol.13, No.2 (1962); 57 p.
- LONDOÑO, ORTIZ, L. DIAZ, O. ERIBERTO, A. CARDONA, F. Composición florística y estructural de dos fragmentos de bosque secundario en el municipio de Maceo, Antioquia. En: libro de resúmenes V

congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 130.

- LÓPEZ F. 2004. Estructura y función en bosques. *Ecosistemas*, 13 (1): 1-14
- MATTEUCCI, S. O. & COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía. Secretaria general de la OEA. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington.
- MELO, O. y VARGAS, R. 2002. Evaluación ecológica y Silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 235p.
- MELO, A. RAMIREZ, M. Estudio de composición florística y estructura de la vegetación en el distrito de manejo integrado -DMI- cuchilla de Peñas Blancas y Del Subia en áreas del municipio del colegio, Cundinamarca. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 132.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Resolución No. (485) de 21 de marzo de 2007. 12 p. ARGÜELLO, S. plan de ordenamiento y manejo ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana y su área de influencia. IDEAM: convenio FONADE No. 2016591 (No. 006 CORPONARIÑO, 071 IDEAM). Tomo III. 2003.
- MONTAÑEZ, R; ESCUDERO, C; Y DUQUE, A. 2011. Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 63(2): 5629-5638.
- MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal. Editora El Pais, Santa Cruz, Bolivia.
- MORA OSEJO, L. 1995. Estudios ecológicos del páramo y del bosque Altoandino, cordillera oriental de Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Helmut Sturm Editores. Sta. Fe de Bogotá.
- MOLINA, D. PIEDRAITA, A. CALLEJAS, RICARDO. Estructura y composición florística de tres bosques de niebla aledaños a la laguna de la cocha, Nariño, Colombia. En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 132.

- MORALES M., OTERO J., VAN DER HAMMEN T., TORRES A., CADENA C., PEDRAZA C., RODRÍGUEZ N., FRANCO C., BETANCOURTH J.C., OLAYA E., POSADA E. Y CÁRDENAS L. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 2007, 208 p.
- MORALES, J.F. 2005. Nuevas especies de *Weinmannia* (Cunoniaceae) para Costa Rica y Colombia. *Novon* 15(2): 327-331.
- MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal. Editora El Pais, Santa Cruz, Bolivia.
- MUNAR, D. CEVALLOS, C. CASAS, C. et-al. 2004. Caracterización florística y fisionómica de la reserva de Santa Helena. La Cruz (N).
- NARVÁEZ, G. 1998. Estudio geográfico del Volcán Doña Juana y su área adyacente. Municipio de la Cruz. Universidad del Cauca.
- NARVÁEZ, C. & ROSERO, R. 2004. caracterización florística, fisionómica y estructural de la vegetación arbórea y arbustiva en el robledal de la reserva natural "Bosque el Común" en el municipio de Chachagui, Nariño.
- OCAÑA, Y. G. 2005. Caracterización florística y estructural de unidades de bosque altoandino en las veredas Minas y Patios Altos, Encio-Santander. *Revista Colombia Forestal*. Vol 9 No 18. 70-86pp.
- OLDEMAN, R. A. A. 1983. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. In: Sutton S. I.; Whitmore, T. C. and Chadwick, A. C. (eds.). *Tropical rain forest: Ecology and Management*. Blackwell, Oxford. Pp. 139 – 150.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medioambiente y el desarrollo. Río de Janeiro, ONU.1992. 38 p.
- OTAVO, E. 1994. Análisis estructural de la vegetación. En: Sánchez, H. Y Castaño, aproximación a la definición de criterios para la zonificación y el ordenamiento forestal en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. OIMT. PNUD. p 72-81.
- PANTOJA, G. 1999. Caracterización ecológica de la vegetación arbórea y arbustiva del santuario de flora isla La Corota. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Programa de Biología.

- PERDOMO, L. 2007. Caracterización de la vegetación de tres unidades de selva alto andina del Complejo volcánico Doña Juana. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales exactas y de la educación. Departamento de Biología.
- PARRA-O C. 2003. Revisión taxonómica de la familia Myricaceae en Colombia. En: *Caldasia* 25(1): 23-64
- PEREZ, A. Y VAN DER HAMMEN. 1983. Unidades ecogeográficas y ecosistemas en el Parque Natural Los Nevados: Una síntesis inicial. En: *La cordillera Central Colombiana. Estudios de ecosistemas Tropicandinos*. Vol. 1 277-300. Vaduz.
- PEREZ, O. PARRA, E. MORALES, G. Inventario florístico de la reserva "Bosque de Pubenza" municipio de Restrepo, departamento del Valle del Cauca (Colombia). En: libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto, 19 al 24 de abril de 2009. p 80.
- Plan de desarrollo municipal de la Unión Nariño 2008-2011.
- Plan de Desarrollo municipal de Belén Nariño 2008-2011.
- P.O.T. Municipio de La Unión 2008-2011.
- Plan de desarrollo del Municipio de San Bernardo 2003.
- P.O.T. Municipio San Pedro de Cartago 2008-2011.
- P.O.T. Municipio de San Bernardo, Departamento Nariño, 2003.
- RAMIREZ, B. & CUAYAL, J. Especies vegetales nativas aptas para la recuperación de áreas de protección en cuencas altas del municipio de Pasto. Escuela de postgrado, especialización de Ecología. Universidad de Nariño – Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Programa de Biología, 1993. P.102.
- RAMÍREZ, B. 1995. Principios y métodos en ecología vegetal. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias naturales exactas y de educación. Departamento de Biología.
- RANGEL, O. Colombia Diversidad Biótica III. *La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales, Instituto

de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 2000.

- RANGEL, J.; LOWY, P. D.; AGUILAR, M.; GARZÓN A. Tipos de vegetación en Co-lombia. En: Rangel, J., Lowy P. D., Aguilar M. (eds.). Colombia, diversidad bióti-ca II. Tipos de vegetación en Colombia: 89-382. Ed. Guadalupe Ltda., Bogotá. 1997.
- _____ . Colombia Diversidad Biótica I y II. Tipos de vegetación en Colombia. Santa fe de Bogotá. Guadalupe, Pág. 93 a 197. 1995.
- _____ . & LOZANO, G. 1986. Un perfil de la vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé. En: Revista Caldasia. Vol. 14, No. 68/70 (1986); p. 53-547.
- República de Colombia. Ministerio de Agricultura, decreto 622 del 16 de marzo de 1997.
- RICHARDS, P. 1983. The Three-dimensional structure of Tropical Rain Forest. In: Sutton, S. *et al.* (eds). Tropical Rain Forest structure and Management. Blackwell scientific. Publishers. Oxford. p 3-10.
- RIVAS, G., BACA, A. E., CALDERON. J., NARVAEZ G., RENGIFO. J., MUÑOZ, D., y TORRES, C. 2007. Estado del Arte de los páramos del Departamento de Nariño: Componentes Físico Biótico y Socioeconómico. Vicerrectoría de Investigaciones Universidad de Nariño y CORPONARIÑO. Pasto, Colombia.
- ROLLET, B. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado del conocimiento. Roma: UNESCO / PNUMA / FAO. p.126.
- ROJAS, A. M. 1975. Un enfoque para el estudio de la regeneración natural de los bosques húmedos de Colombia. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 18 P.
- SAMBONI, SANDOVAL. et-al. 2004. Caracterización y composición florística de un área boscosa de la vereda Hispana. Resguardo indígena de Purace, departamento del Cauca. En: III Congreso Colombiano de Botánica.
- SILVERSTONE, P.A. 2005. Guía de metodología para el Laboratorio de Ecología Vegetal. Universidad del Valle.

- SOLARTE, M. 1997. Bosques tropicales. Unidad IV. Conferencia Ecología tropical. Universidad de Nariño. Departamento de Biología.
- TOBÓN, C. 2009. *Los bosques andinos y el agua*. Serie investigación y Sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito.
- TILMAN, D. & S. PACALA. 1993. The maintenance of species richness in plant communities. Págs. 13-25 en: D. Shulter & R. Ricklefs (eds.), *Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago & London.
- _____, y Arroyave, F. 2008. «Hidrología de los bosques alto-andinos». En: *Ecología de Bosques Andinos*, Universidad Nacional de Colombia. J.D. León Ed. 213 p.
- _____, Bruijnzeel, L.A., y Frumau, A. 2009a. «Physical and hydraulic properties of Tropical Montane Cloud Forest soils and their changes after conversion to pasture». *Proceedings of the Second International Symposium: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests*, Waimea, Hawaii, July 27 – August 1, 2004.
- _____, Gil, G., y Villegas, C. 2008. «Aportes de la niebla al balance hídrico de los bosques alto-andinos». En: *Ecología de Bosques Andinos*, Universidad Nacional de Colombia. J.D. León Ed. 213 p.
- URIBE, G. 1984. Comportamiento de las distribuciones diamétricas de frecuencias de bosques disetáneos. Medellín, Seminario (Ingeniería forestal). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 90 p.
- VARGAS, J.O. Y ZULUAGA, S. 1985. La Vegetación del páramo de Monserrate. En Rangel, O. y Sturm H. (eds.): *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*. 167-217pp. Ins. Cienc. Nat. Biblioteca José Jerónimo Triana. No 9, Bogotá, Colombia.
- VARGAS, Willian. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales: Editorial Universidad de Caldas, 2002. 813 p.
- VENEKLAAS, E.J., R.J. ZAGT, A. Van LEERDAM, R. Van Ek, A.J. BROEKHOVEN, M. VAN GENDEREN. 1990. «Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane rain forest». *Vegetatio* 89:183-192.

- VESTER, H. F. M. y SALDARRIAGA, J. G. 1993. Algunas características estructurales, arquitectónicas y florísticas de la sucesión secundaria sobre terrazas bajas en la región de Araracuara (Colombia). En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 46. No. 1 y 2. Pp. 17 – 47.
- VILLAREAL, ALVAREZ. et-al. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad, Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- VIS, M. 1995. Proceses and patterns of erosion in natural and disturbed Andean forest ecosystems. Págs. 17-182 en: T. van der Hammen & A.G. Dos Santos (eds.), La Cordillera Central Colombiana, transecto Parque los Nevados (tercera parte). Estudios de Ecosistemas Tropandinos vol 4. J. Cramer, Berlín.
- WHITMORE, T, C. Tropical Rain Forest of the Far East. Clarendon. New York, 1975. p 16-18.
- WHITE, P. & S. PICKETT. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. Págs. 3-13 en: S. Pickett & P. White (eds.), The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, San Diego.
- WILLIAMS-LINERA G., 1990. Origin and Early Development of Forest Edge Vegetation in Panama. Biotropica, 22 (3): 235-241.

ANEXOS

Anexo A. Panorámica cerro Chimayoy por Municipio



Figura 18. Panorámica cerro Chimayoy
Municipio San Pedro de Cartago



Figura 19. Panorámica cerro Chimayoy
Municipio de La Unión



Figura 20. Panorámica cerro Chimayoy
Municipio San Bernardo



Figura 21. Panorámica cerro Chimayoy
Municipio de Belén

Anexo B. Vegetación del Cerro Chimayoy por cota altitudinal.



Figura 22. Cota 2700 msnm.



Figura 23. Cota 2800 msnm.



Figura 24. Cota 2900 msnm.



Figura 25. Cota 3000 msnm.

Anexo C. Descripción botánica de las especies encontradas en el cerro Chimayoy (datos observados en campo).

FAMILIA ACTINIDACEAE

Saurauia brachybotys Turcz



Descripción botánica: Árbol de 9.5 metros de alto aproximadamente, flores hermafroditas dispuestas en panícula, fruto en baya con numerosas semillas, sus hojas y partes terminales son pubescentes y ásperas, tallo leñoso.

Saurauia sp.



Descripción botánica: Árbol de 4 metros de alto aproximadamente, hojas alternas con espinas, tallos leñosos con espinas, flor de color blanco fruto baya.

FAMILIA ARALIACEAE

Oreopanax nigrum Cuatrec



Descripción botánica: Árbol de 8.6 metros de alto aproximadamente, hojas simples alternas, palmeadas, papiráceas, superficie glabra, borde sinuado, ápice agudo, tallo leñoso, cilíndrico, inflorescencias negras.

FAMILIA ASTERACEAE

Liabum igniarium (Bonpl.) Less.



Descripción botánica: Arbusto de 3 metros aproximadamente, hojas opuestas tomentosas en su envés, trinervada desde la base, flores amarillas. Tallo más o menos hexagonal, Inflorescencia terminal.

Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.



Descripción botánica: Arbusto de 3 metros de altura aproximadamente, tallo cilíndrico flexible hojas alternas simples lanceoladas, flor en racimo de color blanco.

Es útil como cerca viva, como leña y tiene propiedades medicinales.

Baccharis granadina Cuatrec.



Descripción botánica: Planta de hábito arbustivo de 3.5 metros de altura, hojas opuestas con margen serrado de consistencia coriácea, en sotobosque.

Critoniopsis sp.



Descripción botánica: Arbustos de 2.8 metros aproximadamente tallos y Hojas con indumento color marrón, alternas, pecioladas inflorescencia terminal blanca o morada.

Clibadium surinamense L.



Descripción botánica: Planta de hábito arbustivo de 2.3 metros, hojas simples verde oscuras alternas con tomento café inflorescencias blancas, sus ramas son tiernas verdosas, sin exudado, puede alcanzar los 5 metros de alto; se usa como alimento para especies menores.

Bidens segetum Mart. ex Colla



Descripción botánica: Arbusto de 3 metros, muy ramificado hojas opuestas pinnadas verdes brillantes con margen serrado inflorescencias amarillas y desprenden un suave aroma, se la encuentra con mayor frecuencia en el borde del bosque.

FAMILIA BRUNELLIACEAE

Brunellia putumayensis Cuatrec.



Descripción botánica: Árbol de 6 metros de alto hojas opuestas envés ferruginoso con indumento, inflorescencias café amarillentas tallo leñoso, emplean su madera en ebanistería y para cercas.

FAMILIA CAPRIFOLIACEAE

Viburnum triphyllum Benth.



Descripción botánica: Árbol de 7 metros aproximadamente, hojas simples opuestas elípticas, verde oscuras con nervios secundarios bien marcados. Tendencia a presentar verticilos de tres hojas. Se utiliza para protección de nacimientos de agua.

FAMILIA CELASTRACEAE

Maytenus laxiflora Triana & Planch.



Descripción botánica: Árbol de 5 metros, sus hojas son pequeñas, simples, alternas, elípticas, de borde aserrado fino, color verde claro, provistas de un peciolo corto. Flores pequeñas púrpuras, crece en terrenos fértiles, requiere abundante humedad y es de crecimiento lento; en la zona suele ser usada como leña.

FAMILIA CHLORANTHACEAE

Hedyosmum goudotianum Solms



Descripción botánica: Árbol de 6.8 metros aproximadamente, se caracteriza por sus hojas simples, opuestas, estipulas infrapeciolares, el borde con dientes finos y continuos, ramitas muy quebradizas, flores blancas, frutos drupas blancas irregularmente globosas; en la zona de estudio se usa su madera en construcción.

FAMILIA CLUSIACEAE

Clusia multiflora Kunth.



Descripción botánica: Árbol de 8 metros de alto, hojas simples opuestas borde liso entero, succulento y coriáceo, tallo cilíndrico nudos prominentes con exudado (látex), flor blanca fruto verde; es utilizado en ebanistería.

FAMILIA CUNNONIACEAE

Weinmannia heterophylla Kunth



Descripción botánica: Árbol de 8.5 metros aproximadamente, hojas simples opuestas, brillantes en el haz, se utilizan su madera por ser muy resistente.

Weinmannia pubescens Kunth.



Descripción botánica: árbol de 10 metros aproximadamente, hojas compuestas opuestas verde claro y rojo decusadas, su borde es aserrado, tienen vellos finos (pubescentes) a lo largo del nervio central por su envés, su raquis es alado y también pubescente; inflorescencia verde rojiza; es talado para ser utilizado como leña y carbón.

FAMILIA CUPRESACEAE

Cupressus sempervirens L.



Descripción botánica: Árbol de 7.5 metros aproximadamente, forman un follaje denso de color verde oscuro las hojas son muy pequeñas perennes, alineadas en parejas opuestas y decusadas con aroma.

FAMILIA CYATHEACEAE

Cyathea sp.



Descripción botánica: Helecho arbóreo de 4.5 metros aproximadamente, tallo erecto los peciolos dejan cicatrices muy marcadas alrededor del tallo, las cuales, en algunos casos, son de valor taxonómico.

FAMILIA DICKSONIACEAE

Dicksonia sellowiana Hook.



Descripción botánica: helecho arbóreo de 4 metros de alto, tallos formando un tronco erecto de 30 cm de diámetro cubierto de una densa capa de pelos, hojas o frondas de gran tamaño 1.60 m de largo en su mayoría alternas cubierta con tricomas amarillentos; en la zona de estudio sus troncos han sido cortados desde hace mucho tiempo para venderlos como macetas.

FAMILIA ELAEOCARPACEAE

Vallea stipularis ex L.f.



Descripción botánica: Planta de crecimiento arbóreo de 7.5 metros aproximadamente, flores rosadas, Hojas simples alternas de forma ovada, pequeñas, haz verde claro brillante envés finamente reticulado; peciolos largos y delgados; utilizada como protectora de margen de quebrada y nacimientos.

FAMILIA ERICACEAE

Psammisia graebneriana Hoerold



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3.5 metros aproximadamente, hojas largas lanceoladas bicoloras verde oscuro el haz y verde claro en el envés, frutos verdes flores rojas.

Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.



Descripción botánica: Arbustos pequeños rastreros, de 3.5 metros aproximadamente con ramas generalmente villosas. Flores subsésiles axilares corola blanca, verdosa, campanulada, baya con numerosas semillas.

Bejaria glauca Bonpl.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3.5 metros aproximadamente, hojas simples, ovales lanceoladas glaucas por debajo y revolutas en los bordes alternas, coriáceas tallo cilíndrico sin látex.

Cavendishia bracteata (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.) Hoer



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3.5 metros aproximadamente, hojas gruesas, simples, alternas, paralelinervias con márgenes enteros y venación marcada, inflorescencia en racimo de color rojo fruto en baya.

FAMILIA EUPHORBIACEAE

Hyeronima macrocarpa Schltr.



Descripción botánica: Árbol de 8 metros aproximadamente, corteza brillante rosácea hojas coriáceas, elípticas margen entero haz verde brillante, inflorescencia verde; por su madera de buena calidad es utilizado para construcción.

FAMILIA GESNERIACEAE

Alloplectus dodsonii Wiehler



Descripción botánica: Planta arbustiva, trepadora de 7 metros hojas opuestas, simples, pecioladas, lanceoladas, ápice agudo, margen dentado y ciliado, haz verde oscuro, envés rosado purpúreo y piloso, brácteas amarilla

FAMILIA LAMIACEAE

Lepechinia vulcanicola J.R.I. Wood



Descripción botánica: Planta arbórea de 3.5 metros aproximadamente, hojas opuestas simples verde claro de margen aserrado, envés pubescente tiene inflorescencias terminales densas.

Lepechinia sp.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 2 metros hojas aserradas, flores de color blanco en panículas axilares, tallos cuadrangulares.

FAMILIA LAURACEAE

Persea Americana Mill



Descripción botánica: Planta arbórea de 6 metros hojas simples, alternas, enteras de forma elíptica verde oscuras, tallo leñoso, flores de color verde amarillento.

FAMILIA MELASTOMATACEAE

Clidemia sp.



Descripción botánica: Arbusto de 3 metros, hojas simples opuestas, elípticas ápice acuminado margen serrado inflorescencia axilar y terminal flores blancas.

Meriania splendens Triana



Descripción botánica: Árbol de a 4 metros, pétalos de color fucsia bastante delicados, hojas discoloras haz verde brillante envés verde opaco con nerviación prominente amarillenta, hojas cordadas con dientes marginales muy notorios, crece entre los 2600 y 3000 msnm.

Meriania sp.



Descripción botánica: Arbusto de 3 metros, hojas simples opuestas verde brillante en el haz, ápice agudo tallo sin látex, flores blancas.

Miconia denticulata Naudin



Descripción botánica: Árbol de 4.8 metros aproximadamente corola blanca, hojas simples opuestas verde brillantes pequeñas de consistencia coriácea simples elípticas, flores blancas.

Tibouchina mollis (Bonpl) Cogn.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3 metros, hojas simples opuestas pubescentes enteras el haz es verde oscuro el envés verde claro amarillento, flores moradas tallos sin látex lanoso, la copa es irregular de forma redondeada, el fruto se presenta en pequeñas capsulas.

FAMILIA MIMOSACEAE

Inga sp.



Descripción botánica: Árbol de 4 metros de alto, hojas pinnadas con estipulas, alternas inflorescencia blanca, de uso maderable.

FAMILIA MONIMIACEAE

Siparuna echinata (Kunth) A. DC



Descripción botánica: Árbol de 4 metros de hojas opuestas, frutos rojos que al abrirlos desprende olor a limón, tronco sin látex.

FAMILIA MYRICACEAE

Morella singularis Parra-O.



Descripción botánica: Árbol de 6.5 metros aproximadamente, hojas alternas ovado-elípticas con numerosas glándulas en la haz y el envés, nerviación muy pronunciada por el envés, margen dentado-aserrado, verde brillantes, ramas ligeramente aplanadas frutos verdes globosos recubierto por una capa cerosa.

Morella pubescens (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Wilbur



Descripción botánica: Árbol de 4 metros de altura, hojas pequeñas, alternas, simples, borde con dientes pequeños fruto en drupa haz verde oscuro opaco, envés verde más claro, presenta una copa amplia. Protege cuencas hidrográficas.

FAMILIA MYRSINACEAE

Geissanthus serrulatus (Willd.) Mez



Descripción botánica: Árbol pequeño 3.5 metros aproximadamente, hojas coriáceas, elípticas, ápice agudo, margen serrado, haz lustroso con puntos glandulares oscuros y pequeños envés opaco, inflorescencia blanco amarillenta.

Geissanthus sp.



Descripción botánica: Árbol de 3.8 metros aproximadamente, con inflorescencia terminal, hojas verde brillante en el envés, hojas y ramas con pubescencia café, frutos redondos verdes.

Geissanthus andinus Mez.



Descripción botánica: Árboles pequeños, 4 metros aproximadamente, hojas coriáceas margen entero haz lustroso y oscuro envés rojizo con numerosos puntos glandulares inflorescencias terminales, frutos morados cicatrices foliares. Los nervios secundarios aunque tenues son bien visibles, estando muy curvados hacia el ápice

Cybianthus sp



Descripción botánica: Árbol de 4.5 metros aproximadamente, hojas alternas semicoriáceas punteadas, inflorescencia axilar color rosa frutos en drupa.

FAMILIA MYRTACEAE

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden



Descripción botánica: árbol de 7 metros, hojas simples y opuestas, lanceoladas, con olor aromático, papiráceas, tallo erecto corteza lisa.

FAMILIA POACEAE

Chusquea sp.



Descripción botánica: planta de 6.5 metros aproximadamente, culmo arqueado, hojas del culmo persistentes lámina delgada o coriácea, entrenudos sólidos; crece asociado con anturios, helechos bromelias, su follaje se lo utiliza como alimento para cuyes.

FAMILIA PROTEACEAE

Roupala pachypoda Cuatrec.



Descripción botánica: Árbol de 6.5 metros aproximadamente, corpulento de dosel hojas simples alternas, coriáceas tallo cilíndrico, inflorescencia verde racimosa, semilla en capsula dehiscente, olor aromático; utilizan su madera en ebanistería.

FAMILIA ROSACEAE

Rubus macrocarpus Benth



Descripción botánica: planta, de 4.0 metros aproximadamente, para su crecimiento necesita apoyarse, da frutos en drupa hasta de 5 centímetros morados tallos y hojas con espinas flores en racimos terminales de color blanco.

FAMILIA RUBIACEAE

Palicourea amethystine (Ruiz & Pav.) DC.



Descripción botánica: Arbusto de 4.5 metros de altura aproximadamente cáliz y corola de color azul flores pequeñas, fruto en drupa.

Palicourea angustifolia Kunth.



Descripción botánica: Árboles de 4.8 metros aproximadamente de alto, hojas simples opuestas borde liso angostas flores agrupadas en panículas de color purpura tallo leñoso.

Palicourea apicata Kunth.



Descripción botánica: planta arbustiva de 3 metros hojas coriáceas se las encuentra por encima de los 2800 m. inflorescencias cortas frutos azulosos.

Psychotria alba Ruiz & Pav.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3.5 metros semileñosa follaje verde brillante con flores azules y bordes amarillos.

FAMILIA SOLANACEAE

Sessea graciliflora Bitter



Descripción botánica: Árbol de 4 metros de alto. Las hojas membráceas elípticas son de olor fétido. El fruto es una cápsula dehiscente.

Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 3 metros. Hojas pubescentes color marrón en el envés. Frutos verdes, flores blancas.

FAMILIA TEACEAE

Freziera canescens Humb. & Bonpl.



Descripción botánica: Árbol de 8.6 metros aproximadamente. Hojas simples, alternas. Las hojas jóvenes son blancas, tienen indumento que se encierran o enrollan. Tallo leñoso. Frutos negros (bayas).

FAMILIA URTICACEAE

Pilea goudotiana Wedd.



Descripción botánica: Planta arbustiva de 2 metros, hojas opuestas estípulas presentes discoloras, haz verde márgenes dentados, tallos delgados y erguidos.